

A MŰLT MAGYAR TUDÓSAI

FŐSZERKESZTŐ:  
ORTUTAY GYULA



507939  
SZABADVÁRY FERENC

WINKLER LAJOS



AKADÉMIAI KIADÓ  
BUDAPEST 1975

MTA  
KIK



0 00004 97631 8

486420

**MAGYAR  
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
KÖNYVTÁRA**

ISBN 963 05 0563 0 az összkiadás száma

ISBN 963 05 0565 7 a kötet száma

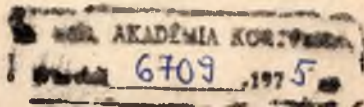
© Akadémiai Kiadó, Budapest 1975

Szabadváry Ferenc

Printed in Hungary

## TARTALOM

Bevezetés	7
A környezet	24
Életútja	38
A kutató és az ember	62
Munkássága	76
Tudományos eredményei	97
Bibliográfia	155



Winkler Lajos analitikai kémikus volt.

Az analitikai kémia az egyetemes kémiának legrégibb ága. Előbb volt, mint a tudományos kémia. Utóbbi csak mintegy 300 éve alakult ki, éppen az analitikai kémia segítségével.

Már az ókorban ismeretesek voltak módszerek a nemesfémek minőségének ellenőrzésére. Ezeket tűzi úton végezték. Savak híján fémsóoldatokat még nem tudtak készíteni. A savakat csak a középkorban fedezték fel. A különböző

anyagok oldatait egymással összeöntögető kísérletezőknek természetesen feltűntek bizonyos jelenségek, amelyek sok esetben az összeöntést kísérték, mint például színváltozás, csapadékkiválás. Rájöttek, hogy ezek a jelenségek egyes anyagokra jellemzőek, s ezek a „reakciók” jelenlétük kimutatására hasznosíthatók. Robert Boyle (1627–1691) használta először a „kémiai analízis” szót olyan értelemben, ahogy azt ma is használjuk. A XVIII. század folyamán nagyjából kidolgozták az egyes elemek és gyökcsoportok kimutatásának menetét különböző reagensekkel. Torbern Bergman (1735–1784) és Andreas Sigis-

mund Marggraf (1709–1782) az a két kémikus, aki ama korban név szerint is említést érdemel, mint akik legtöbbet tettek e sokak által fejlesztett területen. A minőségi analízis végleges kialakulása a XIX. század első felében történt, és Carl Remigius Fresenius (1818–1897) 1841-ben megjelent *Anleitung zur qualitativ chemischen Analyse* c. összefoglaló könyvével lényegében le is zárult.

Már a XVIII. század kutatói rájöttek arra, hogy ha egy anyagot csapadék formájában leválasztottak, a csapadékot aztán leszűrték, izzították, végül lemérték, akkor a csapadék súlyából a kersett elem mennyisége kiszámít-

ható, mert az a csapadéknak mindig azonos súlyszázaléka.

Torbern Bergman és mások korabeli munkáiban számos, az egyes csapadékok százalékos összetételét megadó táblázatot találhatunk. Ezek az adatok azonban még általában nagyon pontatlanok, sok esetben kifejezetten rosszak voltak Segítségükkel a kémikusok mégis nekiláttak a természetes sók összetételének megállapításához, és sok tévedéssel teli és kanyargós utat bejárva eljutottak a XVIII–XIX. század fordulóján a súlyviszonyok és sztöchiometria törvényeinek felismeréséhez, majd a kémiai atomelmélet kifejtéséhez.

Utóbbi Dalton névéhez fűződik. Tudjuk azonban, hogy John Dalton (1766–1844) atomsúlyai még nagyon rosszak voltak. A lényegükben helyes atomsúlyok megállapítása Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) érdeme. Ez a tette, amit 1810 és 1820 között végzett el, valóságos és a kémiában máig sem felülmúlt tudományos bravúr. Munkája sikerét nem kis mértékben annak köszönhetette, hogy kitűnő analitikus volt. A valaha élt legnagyobb mestere ennek a tudománynak, aki a mennyiségi elemzésnek csapadékos, ún. súlyszerinti módszereit messzeemenően tökéletesítette. Segítségére szolgált az, hogy mind a por-



celán tégelyek, mind a platina tégelyek ebben a korban jelentek meg a laboratóriumi gyakorlatban. Hamumentes szűrőpapír azonban még nem volt, a papír hamuját korrekcióba kellett venni. A csapadékokat általában izzítani kellett, a szárítás túlságosan körülményes volt. Berzelius mérlegének érzékenysége 5 mg volt. Berzelius után a súlyszerinti analízis módszereit egyrészt a hamumentes szűrőpapíroknak a múlt század hetvenes éveiben, illetve az üveg és porcelán szűrőtégelynek a század végén történt bevezetése egyszerűsítette. Századunk elején pedig a mérlegek érzékenységének növekedése, és az

elektromos áram elterjedése folytán tökéletesedtek. Az elektromos szárító- és izzítószekrények lényegesen leegyszerűsítették az analitikus munkáját. A pontosabb eljárások azonban a múlt századból származó régi előírások bizonytalanságait is megmutatták.

Az analitikai kémiának másik nagy hatású és napjainkban a súlyszerintinél messze elterjedtebb módszere, a titrimetria ugyancsak a XVIII. században vette eredetét. Nem tudományos laboratóriumokban született, hanem az akkor kialakuló vegyipar műhelyeiben. Első formáiban a textilfehérítésre szolgáló anyagok (hamuzsír, kén-sav, hipoklorit) „erősségének”

megállapítására szolgált. Például a hamuzsírdát akkor volt fehérítés céljaira jó, ha 12 teáskanálnyi megszabott hígítású salétromsav hozzáadása után szűnt meg a pezsgése. Ha ez előbb következett be, akkor túl híg volt, ha több salétromsavat fogyasztott, akkor viszont túl koncentrált a fehérítés céljaira. A salétromsav itt már mérőoldatnak, a pezsgés indikátorának tekinthető. 1767-ben William Lewis továbblépett. A pezsgés helyett lakmuszpapírt használt a „végpont” észlelésére, s tiszta szóda bemérésével megállapította a salétromsav „hatóértékét”. Henri Descroizilles (1751–1825) hipokloritoldat „erősségét”

1789-ben indigóval állapította meg; utóbbinak elszíntelenedéséig „titrálta”. Descroizilles egyébként a titrimetriás felszerelés (pipetta, büretta, mérőlombik) első formáinak megalkotója is. Az analitikának ez a fontos módszere Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) munkálkodása nyomán vált „szalonképessé” a tudósok laboratóriumaiban is. Ő növelte pontosságát, és tökéletesítette felszerelését az akkor e célnak megkívánt fokra. Bürettája azonban még nem az volt, amit mi ismerünk annak. A csap készítése még nem ment. A megszokott csapos büretták csak a múlt század második felének kezdetén jelentek meg.



A múlt század derekán születt meg számos fontos titrimetriás módszer, mint pl. a jodometria (1840), permanganometria (1845), kromatometria (1850), merkuri-metria (1853), cerimetria (1861) stb. Ez is mutatja az új módszer gyors elterjedését. Ezen nem is csodálkozhatunk, hiszen egyszerűbb, gyorsabb és kényelmesebb a súly szerinti meghatározásnál. Igyekeztek utóbbit mindenütt, ahol csak lehetett, titrimetriával helyettesíteni. A titrimetria mérőadatai kezdetben önkényes koncentrációjúak voltak. Egy adott célfeladathoz készültek, úgyhogy a fogyás rögtön a keresett anyag erősségét, „fokát” mutassa. Erre

a korra emlékeztet máig is a víz keménységi foka.\* Ez a helyzet azonban túl sokfajta mérőoldat tartását igényelte. Andrew Ure (1778–1857) javasolta 1844-ben, hogy használjanak olyan mérőoldatokat, melyeknek egy térfogat-egysége éppen atomsúlynyi mennyiségű titrálószeret tartalmaz oldva. Ám Ure angol volt, s Angliában, mint tudjuk, a mértékrendszer nem decimális volt. Javaslatában térfogatként grain-measure, súlyként grain szerepelt. Az

\* Nem tévesztendő össze azzal az eljárással, amikor un. számot határozunk meg (savszám stb.), vagyis több hasonló összetételű, együttesen titrálódó anyagot.

egész atomsúlyrendszer terén pedig a kémiában éppen nagy volt a krízis a molekulasúly, atomsúly és egyenértéksúly fogalmak összekavarása miatt. Így a mai normáldat definíciónak megfelelő mérőadatok csak később terjedtek el, azután, hogy Friedrich Mohr (1806–1879) a titrimetria elterjedését nagymértékben elősegítő *Lehrbuch der chemisch analytischen Titrimethode* c., sok kiadást megért könyvében (1855) térfogategységként a litert, oldott mennyiségként az analitikai grammegyenértéksúlyt, illetve ennek decimális hányadát alkalmazta.

Ez volt az analitika helyzete a világban akkor, amikor Winkler

Lajos tudományos működését megkezdte.

Az ún. műszeres eljárások még nem játszottak szerepet. A spektroszkópia (1859), az elektrogravimetria (1864) éppen csak megszületett, az egyéb elektroanalitikai eljárásoknak még a csírái is csak a századfordulókor jelentkeztek. Az analitika teljesen empirikus szakma volt. A gyakorlatban kipróbált és bevált meghatározási eljárások receptjeinek gyűjteménye képezte az egyetemi tankönyvek, előadások anyagát, amit a műveleteknek (szűrés, mosás stb.) és eszközöknek általános leíró ismertetése egészített ki. A fizikai kémia még csak bontakozott mint

önálló tudományág. Tételeinek segítségével Wilhelm Ostwald (1853–1932) igyekezett elsőnek az analitika, elsősorban a súlyszerinti analízis jelenségeit értelmezni *Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie* c. könyvében (1894). Ebben vezette be az oldhatósági szorzat és a disszociációs állandók fogalmát. A titrimetria általános elméletének kialakulásához szükséges olyan alapvető fogalmak, mint  $p_H$  vagy elektród-, illetve redox-potenciál, még messze voltak. Ezek csak a XX. század első évtizedében nyertek megfogalmazást. Sav–bázis titrálások elméletét ezek alapján elsőnek Nils Bjer-

rum (1879–1958) dolgozta ki 1915-ben, általánosítását más titrálásokra Isaac Mauritz Kolthoff (szül.: 1894) végezte el a húszas években.

Mindennek ellenére s mindezek hiányában is jól tudtak analizálni a múlt század analitikusai. A múlt század tudósai meglemezték szinte az egész ásványvilágot, s megadták a kőzetek, ércek és vizek makroösszetételét. Felfedeztek ennek során minden kémiai elemet, amelyik kémiai módszerekkel egyáltalán felfedezhető volt. Megvetették az analitika sok irányú alkalmazásának alapjait. Ez a tudomány bevonult a kórházakba mint klinikai analízis a gyó-

gyítás szolgálatában, bevonult a törvényszékekre mint bírósági kémia az igazságszolgáltatás szolgálatában, bekapcsolódott a rendőrség, a vámhatóság, a törvényhatóságok munkájába a bűnüldözés szolgálatában, s bevonult a gyárak laboratóriumába a minőségellenőrzés szolgálatában.

Winkler Lajos tudományos pályafutásának kezdetén a természetnek előbb mondott tudományos megismerése nagyjából már befejeződött, az analitika nagyarányú gyakorlati alkalmazása viszont javában folyt. Winkler Lajos egész élete folyamán a „tisza tudomány” eszméjét, helyesebben mondvá fikcióját hirdette, mint

annyi más tudós a polgári világban, mely szerint a tudományos kutatást a tudomány kedvéért kell folytatni, az valami felsőbbrendű műélvezet, mint mondjuk a zene, s távol kell tőle tartani mindenféle köznapi célt és gyakorlatot. Ezt hirdette. Saját példája mutatja azonban, hogy ez nincs. Hiszen az általa megoldott problémákban a gyakorlati, sőt kifejezetten ipari hasznosság rendre megnyilvánult, s módszerei napjainkig élnék eredeti vagy módosított formában az ipar laboratóriumaiban. Korának kényszere alól senki sem vonhatja ki magát. Ha nem tudatosan, akkor akaratlan követi.

Winkler Lajos jómódú polgári kereskedő családból származott. Abban a korban emelkedett fel, amelyik Magyarország történetében aránylag még legközelebb állt a polgári társadalmi elképzeléshez, amikor hosszú évtizedeken keresztül a szabadelvű párt kormányzott, s ez, legalábbis Budapest belvárosában, ahol ellentmondásai nem látszottak, polgárinak és demokratikusnak tűnhetett. Ennek a számára konfliktusmentes kornak liberális gondolkodásával érte meg Winkler a polgári stabi-

litás korszakának végét, a Tanácsköztársaság új eszméket zúgó viharát, s annak hosszú reakcióját, amikor először a liberális gondolkodás számított egyre inkább rossz pontnak, később pedig bizonyos származás lassan vétéknek. A sors megkímélte Winklert attól, hogy a fasiszmus teljes brutalitását kelljen megélnie.

A társadalmi hatások elől nem lehetett elzárkózni sem a „tiszta” tudomány elefántcsonttoronyába, sem az egyetemek formális autonómiával rendelkező falai mögé, ahol Winkler Lajos majdnem egész életét töltötte. Tudatos gögös elzárkózottsággal nem akart törődni a világgal, de az utána



jött. Tudatos és mesterkéltnél több hűséggel akart kitérni előle, de egy annyira érzékeny lélek így sem tudta elkerülni a keserűséget.

Az egyetem Magyarországon német mintára volt szervezve: a professzor szinte korlátlan úr volt, teljes szabadsággal rendelkezett az előadni kívánt anyag, a kutatni kívánt témák és a mindig csak ideiglenesen szerződtetett asszisztensek szolgálatának meghosszabbítása vagy elküldésük felől. A múlt század vége a tudományágak legélesebb differenciálódásának kora volt. Az egyetemen belül a különböző tanszékek mint megannyi vár élték életüket egymástól függetlenül, és életük min-

den pillanatát a professzor szabta meg. Egyetlen egy akkor még aránylag át tudta tekinteni egy tudományág egészét. Mivel a professzor megbízatása szinte életfogytig szólt, biztosított jövedelme a társadalmi átlag sokszorosát tette ki, és a kutatás viszonylag olcsó eszközöket igényelt csupán; abban az egyetemi rendszerben, az akkor adott tudományok között egy tevékeny, szorgalmas, ambiciózus személy valóban nagyon sokat tudott tudományosan kis eszközökkel is produkálni. A legnagyobbaknak is csak egy-két munkatársuk, asszisztensük volt, legfeljebb mellette még magánasszisztentist is tartottak, akit

saját zsebükből fizettek, mint Winkler Lajos is tette időnként.

A kémiai intézet, ahová Winkler ifjú doktorandusként bevonult, s ahol aztán több mint ötven évet töltött, a Selmeci Bányászati Akadémia 1763-ban alakult kémiai tanszékétől eltekintve az ország legrégebbi kémiai tanszéke volt. A tudománytörténész itt azt írta, hogy olyan intézet volt, amelynek nagy hagyományai voltak. Valószínű azonban, hogy ezt a valóban meglevő nagy múltat, a hagyományokat mi ma jobban látjuk, mint ők akkor. Nagy történelmi események, nagy változások után gyakran úgy látszik, mintha minden onnan kezdődne, s ami előtte

volt, az mind nem számított. Csak egy idő múlva venni észre, hogy a történelem sosem vágható egészen ketté. Mindig átvezetnek szála a múltba.

A pesti egyetemnek a kémiai intézete 1769-ben még Nagyszombatban alakult. Neves professzorai voltak, mint Winterl Jakab, Schuster János, Kitaibel Pál. De a 48-as forradalom előtt jelentéktelen személy töltötte be a tanszéket, az abszolutizmus alatt meg német lett a tanítás nyelve. 1860-ban Than Károly kinevezése valóban fordulatot jelentett. Először is a magyar tanítási nyelv miatt. Azután azért, mert a régi, korszerűtlen helyiségek helyett egy mo-

dern, új épületbe költözött a tan-  
szék. Ez akkor (1872) Európának  
valószínűleg legkorszerűbb egye-  
temi kémiai pavilonja volt, hiszen  
sok helyütt szolgált mintának  
más egyetemek építkezéseihez. A  
monarchiában még soká nem volt  
hozzá hasonló. Nekik, az akkori  
fiatal kémikusoknak így némi jog-  
gal tűnhetett úgy, hogy az egész  
magyar kémia Than Károllyal kez-  
dődött, akinek valóban páratlan te-  
kintély és szerep jutott a magyar  
kémia múltjában.

Than Károly sokoldalú kémi-  
kus volt. Az analitikai kémiában  
is számos érdeme volt. Ő ajánlotta  
elsőnek az elemzés eredményeinek  
„ion” formában történő mega-

dását. (Ezt még jóval az ion fogal-  
mának megalkotása előtt tette,  
ezért az idézőjel.) Ő vezette be a  
sav – bázis titrálásoknál a kálium-  
hidrogén-karbonátot és a jodomet-  
riában a kálium-hidrogén-jodátot  
titerbeállító alapanyagokként.

Than Károly egyik legfigye-  
lemreméltóbb tudósi és tanári tu-  
lajdonsága a rendkívüli érdeklő-  
dés volt minden iránt, ami tudo-  
mányában új. Ez az érdeklődés  
öreg koráig kísérte. Than haláláig  
„korszerű” maradt. Különös fi-  
gyelemmel kísérte a fizikai kémia  
tudományágának kibontakozását,  
s kitűnően megértette és átértette  
annak tételeit. Felismerte azt, hogy  
a kémia egyre jobban elkülönülő

ágainak az újraintegrálás felé mutató közös nyelvtana született meg. A századfordulón megjelent a *Kísérleti chemia elemei* című nagy igényű könyve ezt teljes mértékben tükrözi. Annyira fizikai-kémiai alapokon ismertette az addig kizárólag leírásra szorítkozó általános és szervetlen kémiai tananyagot, hogy az abban az időben nemzetközi szinten is élenjárónak tekinthető. Ugyanez a korszerű elszemlélet jelentkezett korábbi, *A qualitativ chemiai analysis elemei* című könyvében (1895).

További tulajdonsága volt Thannak, hogy az egyszer megragadott témát szívósan, hosszú ideig és minden oldalról megvizs-

gáltatta intézetében. A témákat ő adta munkatársainak, de azután rendkívül nagy önállóságot engedélyezett kutatásaikban. A publikálás jogát teljesen nekik engedte át.

Than a lehető legjobb mester volt. Nem csoda, hogy kiváló tanítványok serege nőtt ki mellőle. Than szakmai és közéleti befolyásával messzemenően támogatta tanítványai útját. Winkler Lajos Than legközelebbi tanítványai közé tartozott. Ő volt a leghosszabb ideig munkatársa, 22 éven keresztül, egészen mestere haláláig. Mégis, csak a szívósság és kitartás az alapos vizsgálat a témákban az, amit átvett tőle. Winkler sokkal egysíkúbb egyéniség volt meste-

rénél. Bár professzorként kémiát is előadott, eredményes kutatásai szinte teljesen az analitikai kémiára szorítkoztak. Itt-ott mintha maga is szeretett volna ebből kitérni, és valami általános kémiai törvényt kimondani, de ezek a kísérletek rendre eredménytelenek voltak. A specializálódás felé tartott a világ, ez elől már nem lehetett kitérni. Sikert már csak így lehetett elérni. Speciális területén, az analitikában Winkler azonban sokkal nagyobb mesterré vált, mint Than. Winkler az első a magyar nyelvű kémikusok sorában, aki nemzetközi szinten áttört, akit világviszonylatban is „jegyeztek” szakterületén. Than talán ép-

pen sokoldalúsága, a magyar tudomány általános kérdései felé fordulása, főleg belföldi publikálásai, továbbá publikálási nagyvonalúsága miatt sosem ért el igazi nemzetközi hírnevet. Winkler tudatosan másképpen járt el, lehet, hogy mestere megfigyeléséből okulva. Egy terület művelésénél maradt. A magyar tudomány általános kérdései sosem érdekelték, tudományos közszereplést elutasított. Többnyire németül publikált, méghozzá nem a magyar akadémia német nyelvű *Berichtjei*-ben vagy a monarchia bécsi tradicionális, de lassan kissé provinciálissá váló egyéb tudományos lapjaiban, hanem a Németországban sor-



ra meginduló, a jövő fejlődést mutató specializált profilú szaklapokban. Than munkatársai cikkeik végén köszönetüket fejezték ki professzoruknak tanácsaiért, Winkler cikkei végén pedig megköszönte munkatársainak közreműködését. Than Károly szerepe a magyarországi kémia történetében páratlanul nagy, ő vetette meg alapjait a modern korszerű tudományos kutatás lehetőségeinek, ő szervezte meg a kémiai életet. Winkler Lajos eredményeivel túllépett a határon. Egy-egy kiváló eredmény, pl. Eötvös felületfeszültségi vizsgálata, persze, hogy korábban is nemzetközi érdeklődést keltett. Winkler Lajos viszont eljutott odá-

ig, hogy nem a tartalom miatt figyelték fel a szerzőre, hanem egy idő múlva már a szerző neve miatt is regisztrálták a cikkét az analitikai kémiában. Neve fémjelzést jelentett.

Winkler Lajos életrajza nagyon egyszerű. Nincs benne semmi izgalmas. Szinte néhány mondatban össze lehet foglalni az eseményeket. A tudós alkotásának ismertetése már több helyet, hosszú fejezetet igényel. Írásban fekszik a mű. Könnyen mérlegelhető. Ez az egyszerűbb. Az emberről is kell azonban írni. Ez a legnehezebb. Objektív adat személye megrajzolásához kevés áll rendelkezésre, szubjektív következtetések és ugyancsak szubjektív visszaemlékezések nyújtanak csak némi forrást.

Winkler Lajos 1863. május 21-én született Aradon. Családja több generáción keresztül borkereskedelemmel foglalkozott. A fiatal Winkler a gyógyszerészi pályát választotta. A gyógyszerészképzés akkori szokásainak megfelelően gyógyszerész gyakornoknak állt be szülővárosa egyik patikájába, Rozsnyai Mátyás mellé. Miután sikerrel letette az ún. tirocinális vizsgát, megkezdhette egyetemi gyógyszerészi tanulmányait a budapesti tudományegyetemen. 1886-ban gyakornoknak lépett be Than Károly intézetébe. Thant akkoriban a folyadékokban oldott gázok kérdései foglalkoztatták. A fiatal gyakornok feladata lett,

hogyan a vízben oldott gázokat meghatározza. Ennek során dolgozta ki a vízben oldott oxigén meghatározására szolgáló módszert. Ez a módszer máig is használatos, s főleg erőművekben alkalmazzák kazántápvizek vizsgálatánál. Nagy nyomású kazánoknál az oldott oxigéntartalom nem haladhat meg egy adott értéket. A módszer biológiai vizsgálatoknál is jelentős. Winkler eljárása rendkívül egyszerű s pontos. A vele nyert adatok ellentmondtak a nagy német analitikus, Robert Bunsen gazometriás úton meghatározott oxigénoldhatósági értékeinek. Winkler szellemes készülékkel megismételte Bunsen méré-

seit. Rámutatott, hogy az ellentmondások nemcsak Bunsen metódikai hibáiból, hanem egy elvileg helytelen definiálásából adódtak, amire később még rátértek. Igazolta saját eljárása pontosságát. A módszert Than Károly méltónak találta, hogy a Magyar Tudományos Akadémián 1888 áprilisában ismertesse. Ugyanabban az évben megjelent a *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* c. folyóiratban. A munka, amely írójának doktori disszertációul szolgált, a szakkörök elismerését vívta ki. Egyszerűségénél és pontosságánál fogva gyorsan elterjedt. Egy új, praktikus, fontos módszer, amelyik egyidejűleg egy

világtekintély korábban végzett méréseit megcáfolta, nagyon szerencsés tudományos rajt volt. Winkler Lajosról tudomást vett az analitikai világ. Gyógyszerészdoktorátusa megszerzése után Winkler Lajos tanársegédi kinevezést nyert 1889-ben. Ez akkoriban nagyon bizonytalan foglalkozás volt, hiszen egy-egy évre szólt a megbízatás csupán. Akkor vagy meghosszabbították egy újabb évre, vagy nem. Than becsülte Winklert, s akit Than akart, annak évről évre történő meghosszabbítása természetesen nem jelenthetett akadályt. 1894-ben magántanári képesítést szerzett Winkler analitikai és gyógyszerési kémia-

ból. 1902-ben egyetemi nyilvános rendkívüli tanárrá nevezték ki. Ezen időszak alatt csak dolgozott. Előadott s kutatott. Utóbbit főleg éjszaka. Nőtlen volt, éjszakáit a laboratóriumban töltötte. S ebből sorra születtek a tudományos közlemények. Az alvást azután délelőtt pótolta. Már 1896-ban levelező tagjává választotta a Magyar Tudományos Akadémia.

Winkler csak egészen kevés embert tegezett, kollégáit is mind magázta. „Kegyed” — így szólta a megszólítás részéről. Buchböck Gusztávval közel 20 éven át együtt asszisztenskedett Than mellett, aztán vagy egy negyed évszázadon keresztül egy épület-

ben voltak professzorok, de magázták és kolléga urazták egymást. Talán csak az ún. „Kis Akadémia” néhai alapító tagja, Farakas Géza, az élettan későbbi professzora, Pekár Mihály és még néhányan álltak közelebb hozzá. A Kis Akadémia nem volt hivatalos egyesület vagy intézmény, de vagy fél évszázadon keresztül sikeresen működött a magyar természettudományos életben. Vezetősége is volt, s tudományos előadóületeket rendezett. Még könyveket is adott ki. Valahogy úgy fejlődött, mint az angol Royal Society 200 évvel korábban. Fia-tal tudományegyetemi asszisztensek múlt század végi kezdeménye-

zéséből nőtt ki, akik hétfőnként a Dankovszky-féle Vámház körúti (Tolbuchin körúti) vendéglőben gyűltek össze vacsorázni. A vacsorák során nagy tudományos viták alakultak ki. Az asztaltársaságban megalakulásakor Winkler Lajos volt a legidősebb, az egyetlen magántanár a résztvevők közül. Később tanteremben tartottak egy előadást, amelyet a tagok valamelyike tartott tudományterületéről a többieknek, és csak azután folytatódott az este vacsorával, s gyakran ivázzattal fejeződött be.

A Kis Akadémia volt az egyetlen olyan tudományos szervezet, mellyel Winkler sohasem különbözött össze. A hivatalos szerveze-



tekkel mind rossz viszonyban volt. Ma már többnyire kibogozhatatlan sértődöttségek miatt „kikapcsolta” magát tevékenységük-ből. Így volt a Tudományos Akadémia-ával, mely 1922-ben rendes tagjává is választotta, de Winkler székfoglalóját sosem tartotta meg. Így volt a Természettudományi Társulattal is. Ülősekre sosem járt el, nem vett róluk tudomást, s idővel e nagy szervezetek sem vettek róla tudomást, vagy éreztették vele nemtetszésüket.

Nehéz ezeknek a dolgoknak okát kinyomozni, csak tünetei vannak. Itt van például a *Magyar Kémiai Folyóirat* esete. Csak annyit látszik, hogy Winkler egy

ideig, 1901-ig tagja a *Magyar Kémiai Folyóirat* szerkesztő bizottságának, azután látjuk, hogy minden más tag változatlanul megmaradt, de Winkler neve egyszerűen eltűnt a címlapról. Mi állt emögött? Megfejtetni már nem tudjuk. Pedig ő volt az első szerkesztője is a folyóiratnak. Igaz, hogy csak egy esztendőn keresztül 1895-től 1896-ig. Azt sem tudjuk, miért szakadt meg, s maradt befejezetlenül a *Magyar Kémiai Folyóirat* melleklétéként 1899–1903 között kiadott korszerű *Gyógyszerészeti kémia* c. műve váratlanul.

Winkler fullánkos megjegyzéseivel sosem takarékoskodott,

de rendkívül gyorsan megsértődött, ha őt érte kis, gyakran csak vélt sérelem.

De térjünk vissza életpályája ismertetéséhez. 1908 júniusában Than Károly 48 évi professzorság után nyugalomba vonult. Nem tudván választani két kedves tanítványa, a gyakorlati analitikai érdeklődésű Winkler és az elméleti fizikai kémiai érdeklődésű Buchböck között, uralkodóként megosztani rendelte birodalmát közöttük. A bölcsészeti kar egyelőre a helyettesítésekben így is rendelkezett. Winkler vezesse az I. sz. kémiai intézetet, és azon belül intézze a kezdők, Buchböck ugyanott a haladottak oktatását a követ-

kező éven keresztül. Than azonban még ugyanazon évben elhunyt. Sírjánál 1908. október 8-án munkatársai nevében Winkler mondott búcsúztatót. A halott uralkodó akarata már nem kötelez. Úgy tűnik, a karon Buchböck volt a kedveltebb. Than ellenlábasa, Lengyel Béla már december 18-án javasolta Buchböck megbízatását helyettes tanárnak. Az intézet vezető posztjának betöltésére bizottság alakult. A bizottság 1909. febr. 12-én terjesztette a kar elé javaslatát. Megtudjuk belőle, hogy a bizottság a tanszéket elsősorban a pesti egyetemen kívülálló szakértő meghívásával vélte betöltenedőnek. Miután azonban ez a ki-

sérlet megghiúsult, mégis javasolta a Than-féle elképzelést, a tanszék kettéválasztását. „Az egyik, az általános, kísérleti és elméleti tanszékre dr. Buchböck m. tanár jelöltessék azzal a kötelezettséggel, hogy az orvostanhallgatóknak heti 5 órában tartandó kísérleti előadásokon kívül az elméleti, illetőleg physisikai-chemiai megfelelő óraszámú előadásokról és czekkel kapcsolatos gyakorlatokról is tartozik gondoskodni a bölcsészhallgatók részére. A másik tanszékre pedig javasolja Winkler Lajos ny. rk. tanárnak rendes tanári kinevezésre való jelölését, azzal a kötelezettséggel, hogy az orvostanhallgatók gyakorlatainak ellátásáról

gondoskodjék és elemző chemiai előadásokat tartson.” A javaslat tehát bizonyos profilfelosztást ajánlott a tanszékek között, amelyek végül is azonban mégis a profilt nem tükröző számozást viselték tovább elnevezéseikben. Winkler része maradt az I., Buchböcké lett a III. kémiai intézet 1909-ben. Mindkét intézet egyaránt évi 3500 korona dotációban részesült.

Winkler még abban az évben, már mint nyilvános rendes tanár megnősült. Közelebb volt már az ötvenhez, mint a negyvenhez. A *Vegytudományi Lapokban* olvastuk a rövid hírt, hogy „Winkler Lajos ny. r. tanár házasságot kötött Légrady Ella úrnővel, aki maga is a

chemiai pályára készült és e téren már sikerrel működött”. A feleség vegyészhallgató volt, s több mint húsz évvel fiatalabb nála. „Kérem — szólta Winkler a házasság másnapján az asszisztensnek —, szíveskedjék Légrády kisasszonyt a katalógusból törölni. Ugyanis feleségül vettem. Nem fog többé órára járni.” — Ennyi volt az esemény bejelentése. A házasság különben „jó parti” volt. Felesége abból a gazdag Légrády családból származott, amely a *Pesti Hírlap* című napilapot és nyomdavállalatot mondhatta magáénak. Jó házasságnak is bizonyult, bár Winkler fordított beosztású életmódján ezután sem változtatott.

Winkler Lajos feleségével beköltözött a kémiai épületben levő hétszobás professzori szolgálati lakásba, ahol 1910-ben megszületett egyetlen gyermeke, Lajos, aki szintén a bölcsészettudományi karon tanult fizikát és kémiát. A második világháború első napjaiban ösztöndíjjal Angliába került, s onnan aztán Közép-Amerikába ment.

Winkler Lajos mint professzor még inkább nekifeküdt a kutatásnak. Ezentúl is éjjel csinálta. Csak most már az asszisztens társaságában, aki úgyszintén kénytelen volt éjjeleit a tudománynak szentelni.

Winkler sosem tartott két óra előadást egymás után. Az első

órát általában 12-től 1-ig tartotta, a másodikat ugyanaznap 5–6-ig. Lendületesen, de nem csiszoltan adott elő. Láthatóan nem készült az órákra, de miután rendkívül benne volt az anyagban, ez nem jelentett problémát, legfeljebb sok elkanyarodást a tárgytól. Kissé teátrális volt, különösen a vizsgákon. Humorizált is, de a vicceket akár be lehetett volna írni a jegyzetbe, évente rendszeresen ismétlődtek. Előadott anyaga nem változott sokat az évek folyamán. Azt hiszem, a tanítást kényszerű rossznak tekintette, tulajdonképpen csak a kutatás érdekelte.

Így telt el, számára nappalai zömét kávéházban, éjszakáit labo-

ratóriumában töltve a Ferenc József-i ún. „boldog békekorszak”, s így múltak el az első világháború évei is. Eljött a Tanácsköztársaság kora. S utána olvashatjuk a bölcsészeti kar 1919. szeptember 25-i rendkívüli ülésének jegyzőkönyvében: „5. pont: Winkler Lajos ny. r. tanár ügyében a jegyzőkönyv és az előadói javaslat felolvasása után elnök elrendeli a titkos szavazást, melynek folyamán beadatott 26 szavazat, valamennyi igen. A kar tehát egyhangúlag elfogadta és kimondattott, hogy miután Winkler Lajos ny. r. tanár a szükség parancsolta mértéken túl nem igyekezett a Tanácsköztársaság érdekeit szolgálni, reá



nézve további eljárás folyamatba tételének szükségét nem látja fennforogni.” Aki a kor stílusárnyalaiban olvasni tud, látja, hogy Winkler Lajosra valami ráragadt a Tanácsköztársaság idejéből. De mi? Talán politizálni kezdett volna ez a jómódú, polgári, a világ és politika iránt soha érdeklődést nem mutató idős férfi, éppen a Tanácsköztársaság alatt? Aligha hihetjük. Nem is találjuk nyomát. Csak azt találjuk, hogy a Tanácsköztársaság idején elhatározottatott egy Gyógyszerészeti Főiskola szervezése. Annak elnökségére pedig Winkler Lajos kapott megbízást. Nyilván nem másért, hanem azért, mert világhírű tudós volt, akinek tudá-

sát, képességeit az új rendszer természetszerűen fel akarta használni. Igazgatónak Darvas Ferencet nevezték ki melléje.

A főiskola tervezetében és programjában számos, a gyógyszerképzés terén régóta sürgetett reform, szükséges változtatás tükröződött, amikkel Winkler, a gyógyszerészet problémáinak kitűnő ismerője nyilván egyet is értett. Tehát Winkler nem utasította el a megbízást. Ennyi elég volt, hogy ferde szemmel nézzenek valakire az ellenforradalmi keresztény korszakban. Pláne, ha az illetőről tudták, hogy ősei nem mindig voltak keresztények.

Winkler Lajos továbbra is

professzor, s az I. számú kémiai tanszék vezetője maradt. De egyre inkább visszavonult. Szokásai lassan különségek benyomását keltették. Tudatos különtség volt, védekezés a környezet elől. Bizalmatlansága is nőtt, s az egyszerű dolgokban is megnyilvánult. Mindent mindig gondosan bezárt, elzárt, lezárt. Az idő és a kor is elkezdte a tudóst; publikációi ritkultak. Elérvén 70. évét, 1933. június 30-ával nyugállományba helyezték. Havi 612 pengő volt a nyugdíja. Nyugdíjazása alkalmával a kormányzó koronás bronz érdeméremmel tüntette ki. Ez az ilyenkor szokásos kitüntetések legalacsonyabb fokozata volt. Egy

további évre még megbízást nyert az előadások tartására. A kar biztosította arról is, hogy további kutatásai végzéséhez volt intézetében megfelelő helyiséget bocsátanak rendelkezésére. Ezzel a lehetőséggel már nem sokat élt. Egyre többet betegeskedett. Utóda Széki Tibor lett, aki még a kolozvári egyetemen kezdte meg működését, s annak átköltözése után Szegeden lett a kémia professzora. Kitűnő és jó nevű tudós volt, de a kémiának egészen más ágát művelte, mint Winkler. Széki specialitása a szerves kémia volt. A harmincas évek végén, 1939-ben aztán határozott profilt nyertek a tudományegyetem ad-

dig csak számokkal megkülönböztetett kémiai tanszékei. Széki akkor a szerves és gyógyszerészeti kémiai tanszék vezetését vette át, a szervetlen és analitikai kémiai tanszéket pedig Winkler Lajos két évtizeden keresztüli asszisztense és magántanára, Szebellédy László, aki méltóan és modernül járult hozzá nagy mestere tudományágának, az analitikai kémiának világszínvonalon történő továbbfejlesztéséhez.

Ugyanabban az évben halt meg, 1939. április 14-én Winkler Lajos. A főváros dízsírhelyet engedélyezett neki a Kerepesi temető jobb 569-es parcellájában. A gyászjelentés kézhez vevői való-

színűleg meglepetéssel olvasták, hogy a temetés a katolikus egyház szertartása szerint történik. Ugyanis protestáns volt, halálos ágyán katolizált felesége kívánására. Felesége 30 évvel később, 1969-ben követte a sírba.

Winkler Lajos egy volt asszisztense írta: „Doktori disszertációmmal lassan haladva előre, panaszkodtam Winklernek, ki ezt válaszolta: »Sohasem fog elkészülni vele, mert nappal intézeti embernek nem lehet dolgozni, folyton zaklatják. De én segíthetek a dolgon, ha akarja. Megkérem Than professzort, ossza be mellém.« Ez meg is történt, és ettől kezdve az én időbeosztásom is éveken át a következő volt: déli 1–2 ebéd, 2–3-ig előadás, melyen asszisztáltam neki, 3–6-ig

intézeti munkák, a hallgatók revíziója, este 6 órától reggel 6 óráig kísérletezés a laboratóriumban, melyet este 8-kor fél óra vacsora, éjjel 12 órakor a Múzeum kávéházban egy kapuciner, reggel 3 órakor ugyanott ismét egy kapuciner és 1 üveg sör kettőnknek szakított meg. Lefekvés reggel 7 körül.” Így dolgozott Winkler évtizedeken át, s ezt a tempót és időbeosztást kényszerítette munkatársaira. Érthető, hogy asszisztensei megnőösülését nem nézte szívesen, s az általában harag kezdete lett. Akire haragudott, az nappali életet élhetett. A Múzeum kávéház helyett néha a Fiume, néha a Balaton szolgált a kávé elfogyasz-

tására. Az éjszakai kísérletezések során, ha volt asszisztens, az végezte a titrálásokat vagy a súly szerinti műveleteket, Winkler mért, ő vezette apróbetűs pedáns írásával a mérési jegyzőkönyvet, és mosogatta, törölgette az edényt. Ezt az analitika egyik leggondosabban végrehajtandó műveletének tekintette, és sosem bízta laboránsra. Az analitikát nem is annyira tudománynak, inkább valamiféle művészetnek tekintette, mint a régiek, akik „ars probandi”-nak nevezték. Adottság, elhivatottság kell hozzá s végtelen türelem. Nem tartotta sokra az akkor kibontakozó műszeres eljárásokat. „Az eredmények eléréséhez bizonyos fajta fel-

szerezés kell, mert a szabó sem lehet meg varrógép nélkül, de a legkiválóbb felszerelés sem pótolja a mögötte álló ember ügyességét és szorgalmát” — mondogatta. Mint a szép mondásokban általában, ebben is van féligazság, az ember ügyességére mindig szükség lesz. De van benne öncáfolat is. Hiszen a szabóknak nem volt mindig varrógépük; s anélkül is tudtak varrni. A varrógép már gép volt, ha úgy tetszik, műszeres eljárás.

Fantasztikus volt Winkler kézügyessége. Nem egy módszere átlagon felüli ügyességet kíván, s ez az igény egyúttal határát szabta elterjedésüknek. Módszereinek



nem egyike csodálatosan pontos. Nagy gondosságot is igényel. A hétköznapi analitika többnyire nem is igényelte ezt a pontosságot, s lemondott róla a kevesebb pontosságot igénylő módszerek kedvéért. Azt hinnők ezek után, hogy abban a laboratóriumban, ahol akkora gondosságot igénylő, nagy pontosságú módszerek születtek, a legnagyobb rend uralkodott. Pedig ellenkezőleg: laboratóriumban a legnagyobb rendetlenség volt. Tenyérnyi szabad hely is alig akadt az asztalon a lombikok, poharak, eszközök, papírok, könyvek között. Ebben a rendetlenségben alkotta aprólékosan precíz módszereit. Rendetlenségét crény-

nek is tudta beállítani. Mert, mint annyi mindenre, erre is alkotott egy jól hangzó, kiélezett mondást: „Kétféle laboratórium van: az egyik olyan, ahol rend van, a másik olyan, ahol dolgoznak.”

Mivel legtöbb munkatársától haraggal vált meg, igaztalannak vádolták. S azzal, hogy különösképpen nem törődött munkatársaival, érdekükben nem tett semmit. De miért kellett volna tennie? Nyilván az volt a véleménye, mindenki boldoguljon munkája, szorgalma, tehetsége szerint. Az első kettőt mellette megtanulhatták, s maga mellé csak olyat vett, aki a harmadik tulajdonsággal eleve rendelkezett. Az utólagos átte-

kintés meg úgyis azt mutatja, hogy volt munkatársai mind nagyon is jól boldogultak, rendre befutottak. Hiszen tudták kémiai körökben, hogy aki éveket volt Winkler mellett, az nemcsak jó analitikus, hanem jó idegzetű, sok mindent kibíró munkaerő. Winkler különben is gyűlölte a protekciót. Sosem protezsált senkit, de nála sem lehetett senkit sem protezsálni. „Ki ne mondja a nevét, mert az illető máris megbukott!” — így ripakodott a lusta hallgatóknak minden időben mindig megjelenő protektoraira, mielőtt azok csak megszólalhattak volna.

Winklerrel nem lehet beszélni, Winkler bolond — ezt mondták

azután róla. S ezt is akarta. Terjedjen el róla, hogy bolond. Az sokkal többet megengedhet magának, mint az, akit normálisnak tekintenek.

Egyszer egy ismerős jött laboratóriumába. Winkler tette magát, mintha semmiképpen nem tudná, ki is az illető. „Kihez van szerencsém?” — kérdezte egyre, s hiába mondta a látogató, csak nem akart ráismerni. A látogató egyre nagyobb zavarba jött, aztán gyorsan elment. „Látja, ha most nem tettetem magam hülyének, itt ül két órát is. Pedig mennyit tudunk ennyi idő alatt dolgozni” — szólt Winkler vidáman az ott csodálkozó asszisztensének. Egy má-

sik asszisztensének pedig nyíltan ezt mondta: „Nem is vagyok ám olyan bolond, mint amilyennek látszom, sőt egyáltalán nem vagyok bolond, csak játszom a bolondot, különben az emberek nem hagynának élni.”

Időnyerés célját szolgálta az is, hogy Winkler sosem ment telefonhoz. Lakásában nem volt telefon, intézetében is csak egyetlenegy, lent a portán. Oda pedig igazán nem lehetett lekérteni a professzort. Winklert így felhívni sem lehetett.

Az előadásokon kívül nappal keveset tartózkodott intézetében. Sokat ült kávéházban, legtöbbször egyedül, az utcára bábész-

kodva. Winkler az persze ráér — mondták a kollégák irigyléssel, vagy inkább megrovóan. Pedig valószínűleg ezen nappali üldögelések idején foglalkozott az agya azzal, mit tegyen az éjszaka, milyen irányba vigye folyamatban levő munkáját, hogyan fogalmazza meg eredményeiből a közlendő cikket.

S ha leszállt az éj, frissen, lelkesen vonult a laboratóriumba. Ha nem volt munkatársa, egyedül is végigdolgozta az éjszakát. Egyszer, már idős korában, csúnyán ráfizetett erre. Valamelyik módszeréhez egy 3 literes üveget rázogatótt. Az összetört, s az egyik cserép átvágta bal karján az eret.

Még idejében sikerült elkötni. Másnap megtartotta előadását, este azonban belázasodott. Klinikára kellett szállítani, ahol igen kritikus napokat töltött, hajszálon függött az élete. Utána is még hosszasan kellett feküdnie. Nem engedte, hogy meglátogassák.

Élete Pesten zajlott le, főleg a laboratóriumban és a kávéházakban. Nemigen utazott el. Szabadságra sem. Egyszer állítólag elment Münchenbe, de két nap múlva itthon volt. „Mert ott esett az eső. Itt jobb az idő” — mondta.

Winklert nem szerették. Elismerték. Respektálták. Kollégái, asszisztensei és hallgatói egyaránt. De nem szerették. Ő, úgy tűnik,

szintén nem szerette őket. Nem volt ritka nála az ironikus megjegyzés kollégái rovására. Tudatában volt, nagyon is tudatában volt annak, hogy saját korában, de különösen az első háború utáni korszakban ő volt a magyarországi kémiai nemzetközileg legismertebb, a húszas években talán egyedül elismert reprezentánsa.

Winkler Lajos nem volt egyből érdeklődés nélküli szakember. Ritkán járt társaságba, különösen idősebb korában. De ha járt, sokoldalú kulturáltságával tűnt ki. Szerette a zenét is. Ifjabb korában egy saját maga szervezte vonósnégyesben csellózott. Barkácsolt is. Verset írt szórakozásból. Németül.

Álljon itt, e fejezet végén egy  
versike, melyet a 72 éves, nyug-  
díjba vonult kémia professzor köl-  
tött 1935. október 20-án a Múze-  
um kávéházban. Jellemző versike:

Ist schon so . . .

Alt zu werden ist ein Jammer  
Man sitzt vergrämt in seiner  
Kammer  
Die Jugend flirtet im Sonnen-  
schein  
Die Alten denken am Toten-  
schrein

Das traurigste aber ist  
Dass Tag um Tag man mehr  
vergisst

Man wird so wie ein Katzen-  
popel  
Ein gottverlassener alter Trot-  
tel.

Wie glücklich ist so mancher  
Junge  
Mit gutgebauter Brust und  
Lunge  
Er hat schon ohne Müh und  
Plage  
Das Trottelsein als Schicksal-  
gabe.



A kémiai analitika kiváltképpen olyan tudomány, ahol a nagy dolog sok kis részmunkából áll össze. Fel lehet találni ugyan egy új elven alapuló módszert, mint mondjuk a permanganometriás titrálást vagy a polarográfiát, de ezt hasznosítani csak úgy lehet, ha esetenként kipróbálják egy-egy anyag, ion vagy vegyület meghatározására, ha esetenként megállapítják azokat a legkedvezőbb körülményeket, melyek betartása mellett a reakció mennyiségi vagy legalábbis optimális, ha megvizsgálják a le-

hetséges idegen kísérők hatását, hogy zavarják-e jelenlétükkel a meghatározást, s ha igen, mennyiben, és milyen módon lehet e hatást kiküszöbölni. Szóval mindent aprólékos pepecsmunkával kell mindenütt tisztázni. A tankönyvek elegáns, általános elvei a táblán és a vizsgán mutatósak ugyan, de a gyakorlat ezer paramétere annyiféle még kiismerhetetlen hatást fejt ki rájuk, hogy végtére ma sem marad más hátra, mint experimentális úton, fáradságosan tisztázni, hogy adott körülmények között egy metodika hogyan s miként alkalmazható. A kémiai analitika nem tartozik a mutatós tudományok közé; szor-

galmas aprómunkával lehet benne elegáns testvéreihez képest csak kevesebbre méltányolt babért elérni. A testvérek, a kémia más ágai szívesen degradálják segédtudományukká. Annyiban igazuk van, hogy az analitika nélkülözhetetlen segédjük vagy inkább segítőjük. Analitika nélkül a kémia egyetlen ága sem tud létezni, de analitika létezett már, amikor a kémia egyetlen más ága sem volt még. Analitika nélkül más természettudományok is nehezen tudnak fejlődni, s az ipar számára szintén nélkülözhetetlen. Nemcsak a vegyipar, hanem minden iparág számára. Nem lehet el manapság a kémiai analitika segítségével

az orvosi diagnosztika sem, a mezőgazdaság sem, még az igazságszolgáltatás és bűnüldözés sem.

Az analitikát tehát semmiképpen nem lehet a tiszta tudomány, a megismerés kedvéért művelni és fejleszteni. Minden sikeres új módszer a legkülönbözőbb területeken nyerhet gyorsan gyakorlati alkalmazást. Ma már elég ritka a világon a mindennapi élet ezer gyakorlati problémájától teljesen elzártan dolgozó egyetemi analitikai intézet, de a múlt században még volt olyan, amelyik ezt az elzárkózottságot megjárta. De a kidolgozott módszerek akkor is valamilyen célt szolgáltak, s a cél

a gyakorlattól ritkán volt elvonatkoztható.

Winkler módszerei is ezer gyakorlati alkalmazást találtak; bár kidolgozójukat lehet, hogy csak az ön maga által felvetett probléma elegáns megoldása sarkallta.

Ezenbelül a pontosság izgatta. Módszerei közül néhány utolérhetetlen pontosságával tűnik ki. Az utolérhetetlen jelző átvitt, de néha bizony szó szerinti értelemben értendő.

Winkler például Száhlender Lajos munkatársával egy új vízkezelésménység-meghatározási módszert dolgozott ki. Száhlendert idézem a továbbiakban: „Mint ahogy az mindég megismétlődik, abban

az esetben is az előkísérletek gyönyörűen sikerültek, a tulajdonképeni kísérleteknél azonban nehézségek, akadályok merültek fel. Winkler azonban annyira meg volt győződve elméleti elgondolásának helyességéről, hogy nem nyugodott bele a balsikerekbe, hanem újabb és újabb változtatásokat eszközölve az eljáráson, végül is megoldottnak látta a problémát. Ebben az időben mellé voltam beosztva, s így az eljárást voltaképpen velem dolgoztatta ki. Ő volt az ész, én csak a kéz. A kéznek azonban sokat kellett dolgoznia: rengeteg kísérletet végeztünk, mintegy 2000-szer ismételtem meg ugyanazt a kísérletet, meg-

vizsgálva minden lehető és lehetetlen vizet,  $1/10$  foknyi pontosságon belül állapítva meg keménységi fokukat. A vízvezetéki vizet vizsgálva, a laboratóriumból ki sem mozdulva, megmondtuk milyen magas a Duna vízállása, egy csomó ásványvízre megmondtuk, hibás a címkén feltüntetett kalcium- és magnéziumtartalmuk, s kiderült, hogy nekünk van igazunk. Párhuzamos kísérleteket végeztetve, más intézetekben, más módszerekkel mindig a mi eljárásunk fölényessége derült ki.

Ily előzmények után Winkler publikálta eljárását, egyidejűleg magyarul és németül. A közleménynek különös visszhangja tá-

madt. Mint mikor darázsfaszekbe nyúl az ember, olyan nyüzsgés támadt. Közlemények jelentek meg német folyóiratokban magyar szerzőktől, éles kritikát gyakorolva a módszerről.

E kísérleti adatokkal alátámasztott közlemények szerint az eredmények ingadozók, pontatlanok, az eljárás használhatatlan. Ugyanilyen vélemény hangzott el több oldalról az eljárásról a Természettudományi Társulat kémiai szakosztálya egyik ülésén is. Winkler igazának tudatában kitartott álláspontja, vagyis eljárásának helyessége mellett, felajánlva bárminemű ellenőrző bizonyítást. Az ügy kezdett érdekessé válni.

Egy, a kérdés eldöntésére baráti körből alakult bizottság egyrészt velünk is végeztetett, másrészt maga is végzett kísérleteket. Az ítélet ilyenféleképpen szólt: Tekintve, hogy a Winkler-féle eljárással 5 percen belül és pontosabban lehet a vízkeménységet meghatározni, mint a súlyanalízissel, mi napokig tart, Winkler eljárása ez idő szerint a legtökéletesebb a világon. Egyetlen hátránya: a módszerben való kellő jártasságra csak 2000 előzetes kísérlettel lehet szert tenni.”

Ez egy extrém példa volt. De kétségtelen, hogy Winkler ún. speciális eljárásai a mindennapi ipar és minőségellenőrző praxis számára túlságosan munka- és idő-

igényesek. Kissé mindig is azok voltak, a mai rohanó korban pedig még inkább azok. Gyors műszeres, lehetőleg automatikus módszereké már a jelen is, még inkább a jövő! De az abszolút műszeres analitikai módszert még nem találták fel! Valami összehasonlító alap, valamihez való viszonyítás, kalibrálás minden modern módszernél szükséges. Még ha csak egyszer kell is elvégezni, de el kell végezni. Méghozzá a lehető legnagyobb pontossággal kell a viszonyító standard összetételét, koncentrációját vagy hatóértékét meghatározni. Ilyenkor bizony a legmodernebb automatizált analitikai laboratóriumban is



meg kell keresni azt a zugot, amely a XIX. század laboratóriumainak módjára van felszerelve. S elő kell venni a régi recepteket. A legjobbakat, a legpontosabbakat. Igen-igen sok esetben a Winkler Lajoséit. Mint a legmegbízhatóbbakat. Biztos, hogy ez okból még nagyon sokáig fogják módszereit használni. Ez pedig nagy szó. Hiszen az analitikában nemcsak kicsi a babér, hanem rövid életű is. Az analitika már messze van attól a kortól, amikor még „ars”, vagyis művészet volt, egyre inkább technika. A technikában pedig az iram szédítő. Így a holnapi fejlődés egyre gyorsabban lép túl a mai legkor-

szerűbb módszeren, eljáráson, elven is.

Mint említettem, Winkler „nehéz” főnök volt. Sokat kívánt munkában, s méghozzá úgy, hogy az teljesen az ő szokatlan éjszakázó életrendjéhez igazodjék. Hangulata szerint néha nagyon hosszan el tudott beszélgeti asszisztensével elvont bölcséleti kérdésekről, jobban mondva ő fejtette ki a kérdésről nézeteit, más-kor viszont legorombította, s akár a hallgatóság előtt is a legkínosabb helyzetbe hozta. Nem is igen bírta ki egyik sem sokáig vele, s a válás tőle ritkán történt békében, nyugalomban. Winkler nem tartozott a tudatos „iskolaalapí-

tők" közé, hiányzott az ehhez való készsége, ami törődésben, figyelemmel kísérésben, lassú, de követkevs szakmai önállósításban áll. Az idő távlatából aztán mégis sok későbbi neves kémikus nevezte magát büszkén Winkler tanítványának. Az idő megmutatta, hogy Winkler mellett sokat lehetett tanulni, jól lehetett tanulni, s azt, hogy a tudományos munkát kitartó módon, szorgalmasan kell végezni, s az ott tanultakat, a szakmai tudást, kitűnően lehetett az életben felhasználni és kamatoztatni. Így aztán munkatársaiból sok emelkedett vezető tudományos tisztségekbe. Ez pedig egy olyan mutatószám, ami na-

gyon jól mutatja, hogy egy tudós mint tanár mennyit ért. E tanítványok nagy része még aktívan szolgál a magyar kémiai tudománynak. Az elhunytak közül kettőt név szerint is ki kell emelnem. Azt a kettőt, aki később katedráját is átvette, Szabellédy Lászlót és Schulek Elemért. Szabellédy 1939-től 1944-ig vezette az új nevén szervetlen és analitikai kémia elnevezésre hallgató tan széket, miután hosszú éveket töltött asszisztensként s magántanárként Winkler mellett. A coulometriás titrálás és a kronometriás katalitikus mennyiségi elemnyom meghatározási módszerek feltalálásával írta be nevét a modern ana-

litika történetébe. Schulek Elemér 1944-től 1964-ig állt a tanészék élén, miután Winkler mellett dolgozott, majd az újonnan alakított Országos Közegészségügyi Intézet kémiai osztályának vezetőjeként egyik megszervezője lett a magyar gyógyszer-analitikának. A felszabadulás után a tudományos kutatás számára anyagi és erkölcsi szempontból egyaránt kitártak a lehetőségek, s e kedvező körülmények között Schulek messzemenően kifejtette s fejlesztette az analitikai kémia Winkler által megalapozott vonalát.

Winkler analitikai előadásait egy szépen (kéziratban) sokszoro-

sított jegyzetből ismerjük, amely Mai Henrik és Fia kiadásában jelent meg 1904-ben, majd Ekkert László feldolgozásában 1912-ben, 1923-ban, 1928-ban újra. A jegyzetek, amelyek *A qualitativ és quantitativ kémiai analysis elemei* címet viselik, tartalmilag alig különböznek egymástól. Winkler közel negyedszázadon át pontosan ugyanazt adta elő. Persze ez volt az a korszak, amikor a klasszikus analitika már kialakult, a műszeres analitikai módszerek még alig terjedtek el. Inkább a fiziko-kémikus kutatásának tárgyát, semmint az analitikus elemző fegyvertárát jelentették. Nemcsak Winkler előadásában nem volt

sok változás; a világ analitikai tan-  
székeinek zömében ilyen volt a  
tárgy tálalása. Ebben a korban él-  
tek azok a sikeres analitika könyv-  
szerzők, mint pl. Beckurts, Clas-  
sen, Treadwell, akiknek könyvei  
évtizedeken keresztül egyre új ki-  
adásokban jelentek meg, alig-  
alig változva, legfeljebb egy-egy  
új permanganometriás vagy jodo-  
metriás alkalmazással kiegészítve.  
Nem vethetjük Winkler szemére,  
hogy nem ő próbálta meg az át-  
törést, hogy nem próbált meg je-  
lenségeket leírás helyett megokol-  
ni is. A fizikai kémia iránti általá-  
nos, s annak hazai első reprezen-  
tánsa, volt kollégája s most a  
Than-épületben társbérelője, Buch-

böck professzor iránt érzett speci-  
ális idegenkedése mellett nem cso-  
dálhatjuk tartózkodását. Legfeljebb  
beleszótt néha előadásaiba az iro-  
nikus megjegyzést: „a szomszéd-  
ban lehet, hogy ezt a magas fizi-  
kai kémia tételei szerint hallhat-  
ják...”

Jegyzete (1923) 408 oldalas.  
Ebből meglepően sokat, 251 ol-  
dalt foglal el az anionok és katio-  
nok Fresenius szerinti minőségi  
reakcióinak s kimutatásaiknak is-  
mertetése. Tartalmaz egész rövid  
ismertetést a spektroszkópiáról is.  
Negyven oldalon tárgyalta a fon-  
tosabb szénvegyületek reakcióit.  
Ezt a kor analitikai könyvei gyak-  
ran elhanyagolták. Winkler elég

fontosnak érezte a területet, hogy érintse. Láthatóan elsősorban a gyógyszerészképzés szükségletei vezették. Nem alkalmazott azonban gyökcsoportok szerinti osztályozást, jóllehet e területen éppen Magyarországon fejtett ki úttörő munkát Gsell János, akinek 1913-ban megjelent *A szerves vegyületek minőségi és mennyiségi analízisének módszerei* c. könyve világviszonylatban is az elsődleges kezdeményezések közé tartozik. A jegyzet hátralevő, nem egészen száz oldala tárgyalja az egész súly szerinti és térfogatias analízist, azt a területet, ahová Winkler tudományos munkaködének szinte teljes egésze esett. Ez az anyag meghökkentően

szűkre szabott. Az egész jodometria például alig 12 oldal. Még meghökkentőbb, hogy tartalmilag mennyire elemi módon leíró. Nem hogy az 1923. év igényét nem elégíti ki, már 1904-ben is előbbre volt az analízis elmélete. Hozzá képest Than Károly 1895-ben megjelent *A qualitativ chemiai analysis elemei* c. munkája sokkal korszerűbb, hiszen abban már szerepel az oldhatósági szorzat fogalma, az indikátorok különböző átcsapását magyarázó Ostwald-elmélet, érintve van a disszociáció fogalma. Minderről Winklernél semmit sem találunk. Az elméletektől való tartózkodását, a kizárólagos empiriánál való



maradását az oktatásban már kifejezetten túlzásnak vagy elmarádásnak kell a tudománytörté-  
néshoz kérdékelnie, aszerint, hogy  
ez a negatívum nála tudatos-dacos  
tagadó hozzáállásból vagy teljes  
meg nem értésből adódott.

Winkler tudományos tevékeny-  
sége három nagyobb területre  
osztható. Az első terület eléggé he-  
terogén, csoportosításunk önké-  
nyes. Annyi belső összefüggés  
van benne, hogy titrimetriás mód-  
szerek. Általában rendkívül ötle-  
tes, sok közvetlen gyakorlati je-  
lentőséggel bíró módszerek. A  
csoporton belül különös jelentő-  
séggel bírnak a víz elemzésével  
kapcsolatos eljárások. Ezen ötlet-  
szerűen kialakult csoport mellett  
két céltudatos tervszerűséggel mű-  
velt terület mutatkozik munkás-

ságában. Az egyik a vízben oldott oxigén meghatározási módszerének kontrolljából alakult ki, s különböző gázok oldhatóságának szisztematikus vizsgálatából állt. A másik a súly szerinti elemzés reprodukálhatósága optimális feltételeinek maximális biztosítását jelentő „precíziós gravimetria”, amely az analitika eme legrégebb és legklasszikusabb módszerének egészen egzaktta tételét kísérte meg empirikus módon.

Winkler különféle laboratóriumi edényeket és eszközöket is tökéletesített. Ezek közül legjobban bevált a Winkler-féle tekés buretta, amelyik igen egyszerűen és szellemesen oldotta meg a

mérőoldattartály kérdését, ahonnan egy mozdulattal elcsepegtetés veszélye nélkül jut az oldat a burettába, ahol magától a  $o$  vonalra áll. Feleslegessé teszi így a gyakori utántöltést s azt, hogy az analitikusnak a laboratóriumi székre kelljen felmásznia, hogy a beállítást ellenőrizhesse. Mindazt, amit a drága automatikus utántöltésű buretták tudnak, Winkler házilag elkészíthető tekés burettájával elérhető. Csapos buretta-pipettákat is szerkesztett, mivel a szájjal felszívható pipettákat nem tartotta higiénikusnak, és sosem használta. Érdekes, hogy a pipetta szájjal történő megszívása ellen már hány analitikus tiltakozott! Gay-

Lussac, a titrimetria egyik úttörője és a térfogatoss elemzés eszközeinek tulajdonképpen megkonstruálója már maga is szerkesztett egy körülményes pipettamegszívató készüléket ugyanezen okból, amelyik bonyolultsága miatt sosem terjedt el. Winkler csapós bűretta-pipettája, lényegében egy hasas bűretta két jellel, melynél az azonos kifolyási időt egy e célra szerkesztett 2—3 perces lefutási idejű homokórával célszerűen ellenőrizni lehetett, ugyan egyszerűbb volt Gay-Lussac konstrukciójánál, de mégsem nyerte el az analitikusok tetszését. Maradtak a szájjal történő megcsívásnál, mint ahogy ma, a teljesen automatizált

felszerelések korában is ennél maradnak. A pipettához hasonlóan Winkler az ugyancsak szájjal történő megfúvatáson alapuló mosóüveg, laboratóriumi zsargonban spriccflaska használatát is elítélte, saját intézetében kimondottan megtiltotta nem higiénikus volta miatt. Meghosszabbított csőrű forralóbűrettája forró oldatok titrálásához nagyon előnyösen használható. Mártópipettái nem kis mértékben járultak hozzá vízben oldott oxigén meghatározására kidolgozott módszerének átütő sikeréhez. Vattapamattal mint szűrőréteggel készített kehelytölcsért javasolt és alkalmazott gravimetriás meghatározásokhoz szű-

rés és csapadék szárítása céljából. A szárítást rendszerint kalcium-kloridos tornyon átvezetett levegőáramban szobahőmérsékleten végezte, alkoholos öblítés után. Az üveg és porcelán szűrőteglék korában ez a javaslat érthető ellenkezést és bizalmatlanságot váltott ki az analitikusok között, jóllehet vitathatatlan volt, hogy Winkler ezen a módon kitűnő eredményeket ért el. Azóta Erdey és munkatársai kimutatták, hogy a vatta izotermája éppen annak a relatív vízgőztenzióknak a tartományában vízszintes, amit a telített kalcium-klorid-oldat alakít ki a felette levő légtérben. Az izotermia tehát igazolta azt, amit

Winkler nyilván empirikus kísérletezéssel állapított meg, hogy a vatta és rágyújtott csapadék kezelésére a megfelelő relatív nedveségtartalmú levegőáram alkalmas; igazolta azt, amitől első hallásra érthetően idegenkedtek a kortársak. S valljuk be, a kehelytől-csér Winkler legszűkebb környezetén kívül nem is terjedt el.

A víz vizsgálata volt a bölcső, óvoda és iskola, amelyen a századok folyamán az analitikai kémia módszerei születtek, cseperedtek és felnőtte edződtek. Már az ókor orvosai minősítették jellemző ízük szerint az ásványvizeket. A kikristályosított sók formájának, ízének s egyéb jellemzőinek vizs-

gálatából állt a minőségi analízis legkezdtelegesebb módszere. Az egyes reagensek hatására bekövetkező fázis- és színváltozások megfigyelése alakította ki a XVIII. század folyamán a minőségi analízis klasszikus módszerét. A vizsgálat tárgyát a legtöbb esetben a természetes vizek képezték. Vízvizsgálatról szólnak a legrégibb analitikai könyvek. Ilyen jellegű munkák már Magyarországon is nagy számban készültek a XVIII. században. *De analysis aquarum Budensium* c. doktori disszertációjában Österreicher József Winterl Jakab professzor sok tekintetben rendkívül eredeti és ötletes vízvizsgálati módszereit fog-

lalta össze. Winterl Jakab pedig annak a tanszéknek volt első professzora, amelyiknek hatodik professzorát Winkler Lajosnak hívták. A kettő között Schuster János, Wertheim Tivadar és Than Károly professzorok is sokat foglalkoztak vizek vizsgálatával, de az ő munkájuk elsősorban ásványvizek összetételének megállapítására szorítkozott, nem pedig új vízanalitikai eljárások kidolgozására.

Winkler Lajos első sikerét a víz analitikája terén aratta, s a víz vizsgálata azután is működésének egyik fontos ága volt. Saját korában azután a vízvizsgálat legelismertebb művelőjének számított a világon.



Az analitikai kémiában 5 évtizeden keresztül alapvető kézikönyvnek számított a Lunge professzor által megindított s azután sok kiadást megért Lunge—Berl-féle *Chemisch-technische Untersuchungsmethoden* c. könyv. Ez a világ minden laboratóriumában ott volt, mert megbízható elemzési eljárásokat adott az ipar sokrétű nyersanyagaira, segédanyagaira és késztermékeire. A könyvnek „Ivóvíz és ipari víz” című igen jelentős fejezetét az 1905-ös kiadásától az 1921-es utolsó kiadásig Winkler Lajos írta.

Vízben oldott oxigén meghatározására kidolgozott eljárásában (1888) az oldott oxigénnek man-

gán(II)-hidroxidra gyakorolt oxidáló hatását hasznosította. A keletkező mangán(III)-hidroxid tartalmú oldatot megsavanyította, és kálium-jodid hozzáadása után a kivált jódot titrálta. A módszer gyors elterjedését segítette, hogy Winkler rendkívül szellemes és egyszerű berendezést is konstruált a kivitelhez. Egy egyszerű üveg dugós palackot töltött meg a vízmin-tával, s a buborékmentes elzárást avval az egyszerű fogással érte el, hogy az üveg dugó beme-rülő részét ferdén levágatta. Ilyen és hasonló egészen egyszerű fogások tették gyakran rendkívül hatásossá Winkler Lajos módszereit.

A víz keménységének megha-

tározására kálium-oleát mérőoldatot javasolt. Seignette-só és kálium-hidroxid jelenlétében csupán a kalcium, ammónium-klorid-ammónia jelenlétében mind a kalcium, mind a magnézium oleátot képez. A két ion tehát egymástól is megkülönböztethető (1914).

Salétromsav meghatározására vízben jodometriás módszert javasolt a kálium-jodidból nitrit hatására felszabaduló jód titrálása útján. A katalitikus jód újraképződése miatt a titrálás elég sok bizonytalanságtól terhelt, Winklernek csak igen szép számú előírás betartásával sikerült „elég pontos eredményeket” kapnia (1899).

Részletesen vizsgálta a víz

oxigénemésztése (redukálóképességének) meghatározására szolgáló kálium-permanganátos módszert. Ő a lúgos oldatban történő titrálást tartotta a helyesnek savas oldattal szemben, mivel a lúgos folyadék sokkal nyugodtabb forrásban tartható, mint a savanyú (1902). Később (1914) visszatért a kérdéshez s a módszert annyiban módosította, hogy a kálium-permanganát feleslegét jodometriásan titrálta vissza.

A klorid meghatározására Mohr ismert módszerét vizsgálta felül, s megállapította, hogy kis kloridtartalom esetén a titrálás eredményét korrekcióval kell helyesbíteni (1914).

A korrekciók alkalmazását Winkler közleményeiben gyakran javasolta, ezeknek értékét mindig empirikusan állapította meg. Hibaszámítás és hasonló idegenek voltak előtte. A hibát nem kiszámítani, hanem kiküszöbölni kell, ez volt az elve. Persze, a korrekció sem volt ennek üdvöztető módszere, hiszen minden korrekció értéke csak igen-igen definiált körülmények betartása mellett érvényes. Ezeket a körülményeket vizek esetén még aránylag egyszerű betartani. Simán megvalósíthatók törzsoldatok vizsgálatánál is, de tényleges ismeretlenek esetén bizony ritkán adottak egyértelműen.

Módszert dolgozott ki kevés bromid meghatározására sok klorid mellett, különböző anyagokban. A bromidot ilyenkor dúsítani kell. E célra egy speciális desztillálókészüléket szerkesztett, amelyben mintegy 500 ml vízmintából savanyítás után káliumpermanganáttal felszabadította a brómot, s azt kénessavba desztillálta. A fölös kén-dioxid elűzése után a keletkezett hidrogén-bromid meghatározására nem kevesebb mint négy módszert hozott javaslatba, nevezetesen acidimetriás, jodometriás, argentometriás és csapadékos eljárást. De lehet s brómot lúgos oldatban is felfogni, kénessav helyett, amely esetben

a meghatározás jodometriásan vagy arzénis sav mérőoldattal is elvégezhető (1916).

Jodid meghatározását is vizsgálta bromid és klorid mellett. A klórvizes jodáttá történő oxidáción és annak jodometriás sokszorosításán alapuló nagy érzékenységű módszert dolgozta ki részleteiben. Ezt a módszert az irodalom gyakran emlegeti Winkler-féle jodidmeghatározásnak. Ez azonban nem egészen jogos. Csak a tökéletesítő, nem a kitaláló érdeme az övé. A módszert már Mohr ismertette *Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrimethode* c. könyvében, 1855-ben, mégpedig August Duprére hivatkozva.

Vízben oldott anyagok meghatározására különben nemcsak térfogatos, hanem súlyszerinti és kolorimetriás módszereket is dolgozott ki. Utóbbiak egyszerű vizuális szín-összehasonlításon vagy színretitráláson alapultak, mindekfajta még oly egyszerű koloriméter kikapcsolásával, fotométerekről nem is beszélve.

Ammónia meghatározásánál vízben úgy járt el, hogy a vízhez Seignette-só-oldatot adott, hogy a Nessler-oldat hozzáadásakor a magnézium-és kalciumcsapadékok kiválását megakadályozza, majd ezután adta hozzá saját módosítása szerint készült szintelen Nessler-oldatát. A módosítás abban

állt, hogy a merkuri-jodidot kálium-jodid vagy -bromid jelenlétében oldotta, s elegyítette nátrium-hidroxiddal. Színretitrlás esetén másik próbában ismert koncentrációjú ammónium-kloridot adagolt a vakpróbához.

Vízben oldott kovasav kolorimetriás meghatározásánál a sósavas ammónium-molibdátos sárga színreakciót használta. Vett két hengerpoharat, az egyikbe 100, a másikba 105 ml vizsgálandó vizet helyezett. A kisebb próbához 1g elporított ammónium-molibdátot és 5 ml 10%-os sósavat adott, és a molibdát teljes feloldásáig kavargatta. A 105 ml-es mintához egyszerű kálium-kromát-oldatot cse-

pegtetett addig, míg színe meg nem egyezett a molibdátos oldat színével. Megállapította, hogy 100 ml-ben 0,530 g kálium-kromátot tartalmazó oldat színe azonos az 1 ml-ben 1 mg  $\text{SiO}_2$ -t tartalmazó molibdátos oldat színével. A többi már csak egyszerű számítás kérdése volt (1914). A módszer részletesebben azért ismerttettem, mert kitűnő példája annak, hogy Winkler néha milyen szinte primitív egyszerűséggel oldott meg bonyolultnak és fáradságosnak ígérkező problémákat (1914).

Ugyanígy járt el vas meghatározásánál vízben a rodanidos színreakció alapján, miután a vasat ká-



lium-kloráttal megnyugtató módon oxidálta, mangánmeghatározásnál a per-oxi-diszulfátos oxidáció, réznél a kálium-vas(II) cianidos színreakció alapján. A reakciók itt is régóta ismeretesek voltak; egyszerű és mégis pontos eredményeket adó alkalmazási módjuk Winkler ügyességét dicséri. Oldott ólom meghatározására ólom-szulfidos feketedés-összehasonlítást alkalmazott (1913). Szulfid reagensként a kényelmetlen kénhidrogén helyett jól eltartható glicerines nátrium-szulfid-oldatot ajánlott (1924). Ezen egyszerű összehasonlító módszerek máig is kedveltek a vízanalitikában.

A vízben oldott gázok meg-

tározásaira kidolgozott gazometriás módszerekre később térünk rá.

Winkler Lajosnak összesen 251 közleményét mutatják ki a műveiről készült bibliográfiák. (Ez a szám persze megtéveszt, mert Winkler számos cikke, különösen működése első évtizedeiben magyar és német nyelven is megjelent, lényegében, de nem okvetlenül mindenben azonos tartalommal.) Cikkeiből 67 foglalkozik valamiféle vízvizsgálattal. Működésében tehát a vízanalitika kiterjedt helyet foglal el. Nemcsak térben, hanem időben is. Míg más irányú munkái időben bizonyos zártságot mutatnak, vízvizsgálati cikkei egész élete fo-

lyamán megjelentek. Első jelentős cikke, mely sikerének lépcsője volt, a már sokat emlegetett oldott-oxigén-meghatározás volt vízben 1888-ban, utolsó közleménye (s egyúttal az egyetlen, amelyik társszerzővel, Maucha Rezsővel íródott) 1936-ban proteid-ammónia meghatározását tárgyalja szennyvízben. Kétségtelen, hogy Winkler Lajos a vízanalitika legnagyobb magyar mestere, s életének egy hosszú periódusná keresztül e téren világviszonylatban is a legszámottevőbb tekintélye volt.

Egyéb tényleges analitikai módszerei közül a klasszikus ammóniameghatározás módosítására tett javaslatát kell külön ki-

emelni. A hagyományos módszerrel, amely a szerves anyagok nitrogéntartalmának meghatározására szolgáló Kjeldahl-féle eljárásnak is befejező lépése, a valamilyen módon felszabadított ammóniát fölös sósavba vagy kénsavba desztillálják. A savfölösleget aztán lúggal visszatitrálják. Winkler az ammónia felfogására bórsavat alkalmazott. A bórsav által megkötött ammónia közvetlenül titrálható meg sav mérőoldattal, vizuális indikáció mellett. Előny itt, hogy a bórsav oldott koncentrációját nem kell ismernünk, elegendő ha bő feleslegben van jelen (1913). Ugyanezt a bórsavas megkötést alkalmazta lítium- és bázi-

kus magnézium-karbonát analízisére. A szén-dioxidot bórsavas melegítéssel üzte ki. Ezzel az oldhatatlan karbonátok közvetlen acidimetriás mérése vált lehetővé.

A zsírok és olajok savszámának, illetve szappanszámának meghatározására nem etil-, hanem *n*-propilalkoholos kálium-hidroxid mérőoldatot javasolt (1911). Az oldószer magasabb forrpontja miatt az elszappanosítási reakció gyorsabb, ezenkívül nem szükséges visszacsepegő hűtő. Sikertől így nehezebben elszappanosítható anyagokat (lanolint, viaszt) is elszappanosítani.

Winkler vezette be a zsírok jódbromszámának fogalmát, és

czen érték meghatározására számos módszert dolgozott ki. A zsírok és olajok telítetlenségének jellemzésére bevezetett jódszám meghatározása ugyanis rendkívül lassú és nem egyértelműen lezajló reakció. Bár a zsiradékok bromozása is nagy kívánnivalót, mégis jóval alkalmasabb folyamat, már csak a reakció nagyobb gyorsasága miatt. Winkler éveken keresztül foglalkozott e kérdéssel, és a máig is használt viszonylag legjobb és legmegbízhatóbb meghatározási eljárásokat hagyta ránk.

Levegő szén-dioxid-tartalmának meghatározására kidolgozott eljárása megint meglepő egysze-

rúségével tűnik fel. Alapja az a megfigyelés, hogy alkoholos oldatban elnyelt szén-dioxid gyors és fenolftaleinnel indikálható folyamatban reagál nátrium-karbonát mérőoldattal nátrium-bikarbonát képződése közben (1933).

Szén-monoxid mikromeghatározására azt az ismert reakciót használta ki, hogy ez a gáz palládium-klorid oldatából fémes palládiumot választ ki. A levált palládium viszont reagáltatható fölös brómmal, pallado-bromid keletkezik. A fölös brómot visszatitálja. A módszer azok közé tartozik, amelyeknek sikeres végrehajtása meglehetősen gyakorlatot

igényel, viszont rendkívül pontos eredményeket ad (1925).

Még sokat ismertethetnék Winkler új vagy tökéletesített térfogatós módszereiből, de e könyvecske kis terjedelme csupán a legérdekesebbnek kiragadását tette lehetővé.

Az első világháborútól visszavonulásáig Winkler az analitika legrégibb ágának, a súly szerinti elemzésnek tökéletesítésén fáradozott. Feltűnt neki, ami már másoknak is, hogy a gravimetriás eredményeket a lecsapás körülményei befolyásolják. Nem túlságosan persze, de mégis. Winkler Lajos működésének egyik legáltalánosabb jellemzője a pontosságra

törekvés. Nem tudott elmenni ezen kis eltérések mellett, amelyek a XIX. század analitikusát talán még egyáltalán nem zavarták, de századunk tudósait már izgatták.

A csapadékleválás körülményeit tisztázó általános elmélet nem állt Winkler Lajos rendelkezésére. Ilyennel tulajdonképpen ma sem rendelkezünk még. Jól mutatja ez a tény, hogy gyakran a legrégebb dolgok a legtisztázatlanabbak.

Winkler a kérdést a célszerűség felől közelítette meg. Erdey László Winkler súly szerinti munkásságáról szóló kitűnő megemlékezésében igen találóan jegyezte

meg: „Sokan úgy gondolják, hogy a fizika irányában csillagászati sebességgel fejlődő kémia eltávolodik a klasszikus kémiai alapoktól, és nem veszik észre, hogy a fejlődés periódusos törvényszerűségének megfelelően magasabb szinten bár, de ugyanazon alapproblémára tér vissza. Sokan talán úgy gondolják, hogy a súly szerinti analízisre már nincs is szükség, nem tudnak róla, és így talán már nem is létezik.”

Rámutattam már e könyvecske lapjain korábban, hogy a súlyszerinti meghatározás minden más irányú fejlődés ellenére az egyetlen abszolút analitikai módszer, s mint ilyen, aligha lesz a



kémiai analízisből valaha is ki-  
külöbölhető. Így Winkler Lajos-  
nak ez irányú tevékenysége válik  
valószínűleg a jövő távlatában mű-  
ködéséből a legmaradandóbbá.  
Ilyen szempontból jogosult Erdey  
érdekes párhuzamba állítása:  
„Winkler Lajos gravimetriás  
munkásságának a jellege olyan  
mértékben alapvetőnek és klasz-  
zikusnak minősíthető, mint a fi-  
zika területén Eötvös Lorándnak  
a gravitációra vonatkozó mérései.  
Winkler is, Eötvös is hasonló mó-  
don nyúlt egy akkoriban lezárt-  
nak tekintett alapvető klasszikus  
problémához.”

Winkler Lajos a súly szerinti  
analízisnek pontosságát kívánta

növelni és az eredmények repro-  
dukálhatóságát javítani. Utóbbi  
azonban nem a pontosság egye-  
dül mértéke, mert egy ügyes,  
gyakorlott analitikus a hibákat is  
kiválóan képes reprodukálni.  
Winkler alapelve precíziós mód-  
szereiben az volt, hogy egy adott  
meghatározás kísérleti körülmé-  
nyeit a legszigorúbban előírta. A  
meghatározásnak minden egyes  
műveletét alaposan vizsgálta, s a  
legjobbnek talált feltételeket írta  
elő. Úgy választotta meg őket,  
hogy az egyes részműveletek hibái  
lehetőleg kompenzálják egymást.  
A szigorúan betartott feltételek  
mellett elvégzett meghatározás  
eredménye nagy pontossággal

reprodukálható. A valódi érték ismeretében az így „állandósított hibák” mellett nyert eredményeket azután „javítószámokkal” korrigálta.

Első ilyen tárgyú közleményében Winkler a szulfát súly szerinti meghatározásáról számolt be (1917). Ezt sűrű sorban követték a hasonló jellegű publikációk a bárium, a kromát, a kalcium, az arzén, az ólom súly szerinti precíziós meghatározásáról. Ezen túlmenően, néhány esetben kidolgozta a precíziós meghatározást több ion egymás melletti jelenlétében, amikor az elválasztás feltételeit is részletekbe menően szabályozta. Így a kalcium és magné-

zium elválasztását, továbbá a szulfát meghatározását kalcium, króm és foszforsav jelenlétében. Az itt idézett cikkek főcíme egységesen *Beiträge zur Gewichtsanalyse*. 1917 és 1922 között huszonkettőt jelentetett meg ezekből, ékes példaként kitartó és lankadatlan szorgalmának azokban a politikailag rendkívül mozgalmas, gazdaságilag pedig rendkívül nehéz időkben is. De még számos későbbi cikke is témájánál fogva besorolható a precíziós gravimetriás dolgozatok sorába, ha nem is viselték már ezt az egységes címet. A magnézium félmikro-meghatározására kidolgozott eljárások zárták tulajdonképpen e témát

1935-ben, nyugdíjba vonulásával egyidejűleg.

Winkler egy-egy előírása sok száz különböző körülmények között elvégzett kísérlet alapján jött létre. A tiszta empirián alapultak. A tapasztalat pedig a tudomány bábája. Nem csoda, hogy Winkler önkényes előírásainak nem egyikét azóta a tudomány elmélete igazolta. Winkler például sok esetben javasolta, hogy a lecsapást nagy és definiált koncentrációjú idegen só jelenlétében végezzék, megszabott térfogatban. Azóta tudjuk, hogy idegen só alkalmazása csökkenti a relatív túlterlettséget, és növeli a kristályok felületén a rendeződés sebességét,

miáltal elősegíti a jól kifejezett tiszta csapadékok leválását. Nagy koncentrációjú idegen ion pedig viszszaszorítja egyéb idegen ionok adszorpcióját, így a kiindulási anyag különböző kísérői esetén is azonos mennyiségű szennyezőt adszorbeált csapadékkiválást segít elő.

$P_H$  kontroll mellett végzett csapadékleválasztás kimutatta, hogy a hidrogénionok beépülése a csapadékba döntő módon függ a lecsapószer adagolásának sebességétől és a forralás intenzitásától. Ez a megállapítás megint csak igazolta Winkler Lajos előírásának helyességét, amelyekben még ezekre a tényezőkre is gyakran adott kiviteli utasítást.

Winkler előírásaiban rendszert szerepel, hogy a leválasztott csapadékot éjjelen át hagyni kell állni az anyalúggal együtt és csak másnap szűrni. Ez az ajánlás persze nem Winkler találmánya, hanem az analitikusok hosszú történelmi tapasztalatából ered. Az állás nemcsak érési és átkristályosodási okok miatt szükséges, hanem azért is, mert a csapadékos folyadék a lecsapás után nincs egyensúlyi állapotban, márpedig egy precíziós eljárás megköveteli az egyensúlyi állapot jó megközelítését.

Az analitika türelmet és időt igénylő tudomány. „Akinek nincs elég türelme, hogy bevárja a mérleg nyelvének csillapodását, az ne

menjen analitikusnak” — szokta volt Winkler mondani.

Ám éppen az idő az, ami többnyire nincsen. Különösen nincsen ideje a mindennapok rutin analitikusának, az ipar minőségi ellenőrének, a vegyvizsgálónak, mert tőle valaki vagy valami, többnyire maga a termelés türelmetlenül várja az eredményt. A modern analitika gyors módszereket akar. Gyorsakat és pontosakat. S ha feltétlenül választani kell a kettő között, nemegyszer a pontosságban hoz inkább áldozatokat a gyorsaság javára.

Winkler gravimetriás módszerei semmiképpen sem illenek a rohanó tempójú laboratóriumok-

ba, ahol egyre több műszer fénylik, amelyeken az eredményeket öníró szerkezetek regisztrálják, s lassan egészen eltűnik belőle a fülle a nagy vízfürdővel, s az azon éjszakázó csapadékos folyadékokat tartalmazó, óraüveggel fedett poharakkal.

A műszer valamit mindig mutat. De nem biztos, hogy mindig a jót. A műszer nem hűséges, gyakran nagyon csalfa társ. Erre saját kárán jött rá nem egy analitikus, aki túlságosan megbízott bennük.

A műszert ellenőrizni kell. S mint mondtam, emiatt sokáig fognak még Winkler sok türelmet, sok fáradságot, sok gondos-

ságot igénylő, de éppen ezért nagyon-nagyon megbízható precíziós módszereihez folyamodni.

Winkler Lajos analitikai kémiai munkásságának reprezentatív gyűjteménye a *Die chemische Analyse* c. sorozat kötetenként jelent meg *Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium* címen.

E sorozat a stuttgarti Enke kiadónál indult meg 1908-ban Max Margosches román származású brünni professzor kezdeményezésére és szerkesztésében, azon célkitűzéssel, hogy az analitikai kémia ügyét monográfiákkal segítse, melyeket kötőelemeknek képzelt folyóiratcikkek és nagy



kézikönyvek között. Margosches halála után 1929-ben a szerkesztést Wilhelm Böttger, a lipcsei egyetem professzora vette át. Böttger Wilhelm Ostwald tanítványa, a potenciometrikus titrálás egyik feltalálója, a korszak egyik legelismertebb analitikaprofesszora volt. Neve magas színvonalat garantált. Az első, akit Böttger szerzőnek felkért, Winkler Lajos volt. Könyve 1931-ben jelent meg a sorozat 29. tagjaként 152 oldalon. A sorozat legsikeresebb tagjaként is említhető. A könyvet Winkler elhunyt tanára, Than Károly emlékének ajánlotta.

Nincs különösebb szerkezete e könyvnek. Winkler fontosabb

eljárásait ismerteti: gázanalitikai módszerek, térfogatós módszerek, súly szerinti módszerek csoportosításban. Nincs is benne más hivatkozás, csak saját közleményekre. Tömör, száraz munka. Nincsenek bevezetések, előzmények, magyarázatok. Receptek vannak benne. Nem olvasni való könyv volt, nem is tankönyv; a laboratóriumi asztalra kellett fektetni és csinálni szerinte az analízist. A gyakorló analitikus tudta méltányolni értékét. Méltányolta is, kereste is, mert hiszen 1935-ben megjelent a könyvnek ugyanazon a címen második része. Ez azonban második rész is, meg nem is, mert nagyon sok minden benne van,

ami az elsőben is benne volt, kiegészítve, új vizsgálatokkal megerősítve, és ezekhez járult még egy csomó új vizsgálati eredmény.

Analitikai kémiai vizsgálatokból indult ki Winkler Lajos életművének egy másik fontos területe, amelyiken maradandó sikereket ért el. Gázok oldhatósági értékeit állapította meg különböző oldószerekben, rá jellemző egyszerű technikával és igen pontosan. Májig is közhasználatú értékek. Ez a munka is a vízben oldott oxigén meghatározásból fejlődött ki, amelyik tehát minden szempontból a legyszerencsebbnek mondható kezdet volt. Winkler kémiai oxigénmeghatározásai nem

egyeztek a Bunsen gazometriás módon meghatározott abszorpciós értékeivel. Módszere helyességének igazolására Winkler a meghatározásokat gazometriásan is megismételte. Bunsenhez hasonló elven, de egy maga konstruálta szellemes készülékkel és vízköppennyel körülvelt eudiométer segítségével gazometriásan is megvizsgálta, hogy a víz különböző hőfokon mennyi oxigént tud oldani. Az eredmények bebizonyították, hogy az ő kémiai eljárása helyes értékeket ad, Bunsen értékei viszont tévesek voltak.

Tévedése egyrészt elvi okokból adódott, mert félreérthetően definiálta az ún. „abszorpciós koeffi-

ciens" értékét, nyitva hagyván a kérdést, hogy az abszorbeált gáz parciális nyomása avagy gáz és oldószer telített gőzének együttes nyomása egyenlő 760 Hgmm-rel. Winkler ezért megkülönböztette az abszorpciós koefficiens, ahol a vizsgálandó gáz parciális nyomása 760 mm, és az oldhatósági koefficiens, amely esetben gáz és oldószerük együttes nyomása 760 mm. Ezenkívül Bunsen még kísérleti hibákat is vétett. Ha Bunsen oxigénabszorpciós értékeiről kiderült, hogy metodikai hibák miatt tévesek, akkor valószínű, hogy más gázokra megadott adatai is hibásak. Winkler ezután rendre megvizsgálta a hidrogén,

a nitrogén, nitrogén-oxid, széndioxid, metán, klór, bróm, metilklorid oldékonyságát különböző hőmérsékleteken vízben. Majd vizsgálatait más oldószerekre, elsősorban alkoholokra is kiterjesztette. Ahol tehetette, a gazometriás módszert kémiai módszerrel egészítette ki; oxigénmódszerénél meggyőződött arról, hogy ezek egyszerűbbek és megbízhatóbbak.

Winkler e mérések során rengeteg számszerű adatot állapított meg. Az ember mindig keresi az összefüggést, a részletekből az általánost. Winkler is megtette ezt. Öt permanens gázra ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $O_2$ ) nyert adatai mutatták,

hogy az abszorpciós koeficiens  
 százalékos csökkenése növekvő hő-  
 mérsékletnél nem egyforma, ha-  
 nem különböző. A különbség per-  
 sze csak a hidrogénnél számottevő.  
 Winkler 1892-ben megállapította,  
 hogy a százalékos csökkenést a  
 gáz molekulasúlyának köbgyöké-  
 vel elosztva egy kielégítően állan-  
 dó értéket kapunk. Később (1906)  
 tovább finomította újabb ada-  
 tokkal és táblázatokkal bőségesen  
 alátámasztott tételét, amelyet a  
 víz belső surlódásának hő okozta  
 megváltozásával magyarázott.

Újabb képlete szerint:

$$\frac{\beta - \beta_1}{\beta} = \frac{\mu - \mu_1}{\mu} \cdot \frac{\sqrt{m}}{k},$$

ahol  $\beta$  és  $\beta_1$  a különböző hőmér-  
 sékletekhez tartozó abszorpciós koef-  
 ficiensek,  $\mu$  és  $\mu_1$  a megfelelő belső  
 surlódás,  $m$  a gáz molekulasúlya,  
 $k$  pedig egy állandó. Wink-  
 ler szerint az állandó a hőmérsék-  
 lettől független és csupán a gáz-  
 molekulában levő atomok szá-  
 mától függ. Minél több az ato-  
 mok száma, annál kisebb az érték.  
 Egyatomos gáznál 3,2, négynél  
 2,9 és így egyre lassabban tovább,  
 hétnél 2,6.

Tételével Winklert valószí-  
 nűleg a legnagyobb csalódás érte,  
 ami kutatót megállapításaival kap-  
 csolatban érhet. Nem vitatták,  
 nem bizonyították be, hogy téves,  
 nem támadták, nem igazolták,

nem módosították — egyszerűen nem vették észre. Sem akkor, sem azóta. Semmi nyomát nem találtam a kémiai irodalomban, hogy valaki is megemlítette volna. Azt se tudnám megmondani, hogy végül is igaz-e Winkler egyenlete, avagy nem, annyira nem foglalkoztak vele. Mivel rengeteg tényadat alapján állapította meg, képletének korábbi, egyszerűbb formájának helyességében nehéz kételkedni.

A Winkler-centenáriumon tartott előadásában Szabó Zoltán foglalkozott a problémával, s Winkler egyenletét megkísérelte a folyadékok, illetve gázoldatok lyukelméletének bizonyítékaként

felfogni, mindenesetre avval a fenntartással, hogy Winkler adatait újabb szempontok szerint lenne célszerű feldolgozni.

Ugyancsak Szabó Zoltán említi, hogy Winklert rendkívül bántotta, hogy tétele az irodalomban nem részesült elismerésben. Ez minden bizonnyal így volt. Winkler az átlagnál érzékenyebb ember volt. Addigi analitikai közleményei az átlagot messze meghaladó figyelmet keltettek. Adott magára és eredményeire. Csalódottsága is nagyobb lehetett az átlagos kémikus átlagos csalódásánál, ha egy-egy közleménye visszhang nélkül marad.

Ő maga soha többé nem tért



vissza elképzelésére, egyenletére. Említett, válogatott munkásságát tartalmazó könyveiben bőven ismertette az általa meghatározott gázabszorpciókoefficienseket s a meghatározásukra szolgáló módszereket is, de semmit nem ír az általa megállapított összefüggésről. Talán e csalódottság motiválja azt, hogy Winkler nemcsak közleményeiben maradt a mért eredményeknél, az empirikusan kidolgozott módszerek száraz ismertetésénél mindenféle miértet, megokolást vagy következtetést mellőzve, hanem egyetemi előadásai-ban is feltűnő módon kerülte bármiféle elmélet megemlítését, mint arról e könyvben koráb-

ban már kritikusan említést tettem.

Gázok, gőzök sűrűségének, anyagok olvadáspontjának, forráspontjának meghatározására is ötletes és egyszerű eljárásokat konstruált Winkler. Ezeknek is közös jellemzője, hogy a fizikai mérések hibáit számítás nélkül, valamilyen ügyes kompenzációval igyekezett mindig kiküszöbölni.

Winkler Lajos közreműködött a *Magyar Gyógyszerkönyv* több kiadásában, valószínűleg legelőször az 1888-ban megjelent II. kiadásban. Ezen ugyan neve még nem szerepel, de mivel a Gyógyszerkönyv Bizottság elnöke Than

Károly volt, és a munkálatok jó része az ő intézetében készült, a fiatal gyógyszerész képezésű gyakornoknak nagy valószínűséggel jutott feladat a munkában. Emellett szól az, hogy ennek megjelenésével egyidőjűleg a *Gyógyszerészeti Közönyben* a gyógyszerkönyv kémiai részét magyarázó ismertetéseket közölt Winkler Lajos és Karlovsky Geyza, s csakhamar egy *Zsebkommentár a Magyar Gyógyszerkönyv kémiai részéhez* — függelékül a tényleges elemzés vázlatával c. kiadványt is megjelentették. Winkler Lajos ezt a gyógyszerkönyvet a budapesti VIII. Nemzetközi Közegészségügyi és Demográfiai Kongressz-

szuson 1897-ben ismertette, s különösen kiemelte, hogy szemben a német és osztrák gyógyszerkönyvekkel, „a készítmények anyagtartalmának meghatározására s általában a mennyiségi meghatározásokra a magyar gyógyszerkönyv nagyobb súlyt fektet”.

A *Magyar Gyógyszerkönyv* 3. (1909) és 4. kiadása (1934) már név szerint említi Winkler Lajost mint a kémia rész szerzőjét. E gyógyszerkönyvnek jellemzői: minél egyszerűbb módszereket előírni a gyógyszerértári készítmények vizsgálatára. Olyat, amelyik lehetőleg minden patikában minden patikus által elvégezhető. Ezt az álláspontot Winkler Lajos kép-

viselte leghatározottabban a 4. *Gyógyszerkönyv* kialakításánál. Evvel korántsem talált már általános egyetértést, s ezen a kérdésen több éves késedelmet is szenvedett a munka. A megjelent mű végül is Winkler álláspontjának érvényesítéséről tanúskodik. Kérdés persze, jó és korszerű volt-e ez az álláspont akkor, amikor a gyógyszertárakban többségükben már gyári készítményeket árultak magisztrálisak helyett. A gyógyszerész aligha foglalkozott gyári termékek minőségellenőrzésével, ez egyre inkább hatósági laboratóriumok feladatává vált. Ezek pedig már nagyobb analitikai eszköztárral rendelkeztek. Korántsem volt te-

hát szükséges a patikus szerény analitikai felszereléséhez igazodni. A következő *Gyógyszerkönyv* (1953) azután már el is tért ettől az alapelvtől.

★

Winkler Lajos születésének századik évfordulójáról 1963. április 24—28 között a Magyar Tudományos Akadémián nemzetközi analitikai tudományos ülésszakkal összekötött centenáris ünnepség keretében emlékeztek meg. Az ülésszak a magyar analitikai kémiaának a felszabadulás utáni első széles körű nemzetközi bemutakozása volt, és méltóképpen

reprezentálta azt a nagy és színvonalas fejlődést, amely az analitikai kémia tudományában hazánkban azóta bekövetkezett, és amelynek révén országunk e tudományág művelésében a világ élvonalába tört. A visszagombolyított szálak sokasága vezetett Winkler Lajos laboratóriumába, abba a műhelybe, ahol e fejlődés nem egy vezető személyisége valaha működött, és nem egy módszernek csírája fogant. A *Talanta* című nemzetközi analitikai folyóirat az ülésszak alkalmából magyar különszámot jelentetett meg Winkler Lajos tiszteletére. Ez volt az első ilyen nemzeti szám a nemzetközi folyóiratok terén, s ez értékessé teszi, még

ha azóta a nemzeti különszámok kiadói rutinfogássá alakultak is. A díszülésen Winkler Lajosról 5 előadás hangzott el. Schulek Elemér tartotta az általános megemlékezést, Erdey László Winkler Lajosnak súlyanalitikai, Szabó Zoltán fizikai kémiai, Szarvas Pál titrimetriás, Végh Antal gyógyszeréskémiai munkásságát méltatta. Az előadások más, az irodalomban felsorolt munkákkal együtt értékes segítséget nyújtottak eme életrajz megírásához. Köszönettel tartozom továbbá mindazoknak, akik személyes visszaemlékezéseikkel gazdagították információs anyagomat, elsősorban Erdey-Grúz Tibor akadémikusnak és

Végh Antal professzornak. Köszönöm Keszei Irma muzeológusnak a levéltári kutatásban nyújtott segítségét.

## BIBLIOGRÁFIA

*Winkler Lajos művei*

### *Könyvek*

- Zsebkomentár a Magyar Gyógyszerkönyv*  
*Chemiai részéhez, függelékül a térfogatos*  
*elemzés vázlatával orvosok és gyógyszeré-*  
*szek használatára.* (Társszerző: Karlovsky Geyza.) Bp., 1892.
- Gyógyszerészeti kémia.* A Magyar Kémiai Folyóirat 1889., 1900., 1902., 1903. évfolyamainak melléklete. A III. kiadású Magyar Gyógyszerkönyv kémiai része. Bp. 1909.
- Feladatok a kémiai gyakorlatokhoz.* Bp., 1902. Ua. 1904., ua. 1907., ua. 1923.
- Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium I.* Stuttgart, 1931. (Die Chemische Analyse XXIX.)
- Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das Chemische Laboratorium. II.* Stuttgart, 1931. (Die Chemische Analyse XXXV.)
- A IV. kiadású Magyar Gyógyszerkönyv kémiai része. Bp., 1933.
- Trink und Brauchwasser.* In : Lunge-Berl : *Chemisch-technische Untersuchungsmethoden* Berlin 1905. 1911, 1921.



- Az olvadási pont meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1888. 787.
- Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffs. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1888. 2843.
- A vízben feloldott oxigén meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1888. 657., 705.
- Természettud. Közl., 20, Pótf. IV. 178. (1888.) Matematikai és Természettudományi Értesítő 1888. 273.
- Die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1764. 1889. 1764.
- Hatásképes chlor meghatározása a chloromészben. Gyógyszerészeti Közlöny 1889. 317.
- Mesterséges ásványvizekről. Gyógyszerészeti Közlöny 1889. 811.
- A hivatatos kaliumhydroxyról. Gyógyszerészeti Közlöny 1889. 904.
- A keserű mandulavíz hydrogencyanid tartalmának meghatározásáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1889. 437., 451.
- A Hydrophyllin sajátosságairól és chemiai összetételéről. Gyógyszerészeti Közlöny 1889. 723.
- A levegő széndioxid tartalmának meghatározásáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1890. 834.
- Carbolsav és nyersósav. Gyógyszerészeti Közlöny 1890. 593.

- A bor megvizsgálásáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1890. 624.
- Die Löslichkeit der Gase in Wasser. I. Abh. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1891. 89.
- Die Löslichkeit der Gase in Wasser. II. Abh. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1891. 3602.
- A gázok oldékonysága vízben. Gyógyszerészeti Hetilap 1891. 569.
- A desztillált vízről. Gyógyszerészeti Közlöny 1891. 819.
- A folyadékok forráspontjainak meghatározásáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 104.
- Gesetzmässigkeit bei der Absorption der Gase in Flüssigkeiten. I. Abh. Zeitschrift für physikalische Chemie 1892. 171.
- A capsulák befűtéséről. Gyógyszerészek évkönyve 1892. 165.
- A „Decoctum Salep” előállításáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 281.
- A Krieger-féle glicerinn mérő készülékről. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 766.
- A higany megtisztításáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 71.
- A filtrálásról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 40.
- A belégzésre szolgáló oxigén előállításáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 168.
- A chlorosolvz jószágának gyors megállapítása. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 199.

Lúgkészítés hideg úton. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 378.  
 A jódd megtisztításáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 398.  
 Célyszerű gumizókészülék. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 553.  
 A „Ferrum hydrogenio reductum” tartalmi meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 258., 313.  
 Tiszta nitrogén előállítása. Természettudományi Közlöny. Pótfüzet 1893. 43.  
 Tudományos társulatok üléseiről. Gyógyszerészeti Közlöny 1892. 132., 829. és 1893. 290., 802.  
 Az ivóvíz jószágának megvizsgálása a chemia módszereivel. Gyógyszerész Zsebnaptár 1894.  
 A kaliumbijodát szerepe a térfogatos elemzésben. Gyógyszerészeti Közlöny 1895. 23.  
 Módszer a gőzsűrűség meghatározására. Magyar Chemiai Folyóirat 1897. 177–179.  
 A magyar gyógyszerkönyv mennyileges analitikai módszereiről. Gyógyszerészeti Közlöny 1897. 100., 114.  
 A bróm oldhatósága vízben. Magyar Chemiai Folyóirat 1898. 33.  
 Methode zur Bestimmung der Dampfdichte. Chemiker Zeitung 1899. 627.  
 Die Löslichkeit des Broms in Wasser. Chemiker Zeitung 1899. 687.  
 A sűrűség és annak meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1899. 66.

Die Bestimmung des Ammoniaks, der Salpeter- und salpeterigen Säure in den natürlichen Wassern. Chemiker Zeitung 1899. 454., 541.  
 Az ammonia, salétromsav és salétromossav meghatározása a természetes vizekben. Gyógyszerészeti Közlöny 1899. 84., 356.  
 Az ivóvíz vizsgálata. Gyógyszerészeti Közlöny 1899. 263.  
 A desztillált vízről. Gyógyszerészeti Közlöny 1899. 263.  
 A coffeinum natrio-benzoicum-ról. Gyógyszerészeti Közlöny 1899. 473.  
 A higany-meniscus correctio-értékéről. Magyar Chemiai Folyóirat 1900. 182.  
 Zur Analyse von Salzgemeinen. Chemiker Zeitung 1900. 816.  
 Sövegyek analíziséről. Gyógyszerészeti Közlöny 1900. 566.  
 Die Löslichkeit der Gase in Wasser. III. Abh. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1901. 1408.  
 A gázok oldhatósága vízben. Matematikai és Természettudományi Értesítő 1901. 52.  
 Ueber den Correctionswert des Quecksilber-Meniscus. Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 403.  
 Bestimmung der in natürlichen Wassern gelösten Gase. Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 523.  
 A természetes vizekben oldott gázok meghatá-

- rozása. Magyar Chemiai Folyóirat 1901. 169., 185.
- Bestimmung des in natürlichen Wassern enthaltenen Calcium und Magnesium.* Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 82.
- A természetes vizekben foglalt calcium és magnesium meghatározásáról.* Magyar Chemiai Folyóirat 1901. 17.
- Die Bestimmung des Ammoniaks, der Salpeter- und salpeterigen Säure in den natürlichen Wassern.* Chemiker Zeitung. 1901. 586.
- A természetes vizekben foglalt ammónia, salétromsav és salétromsav meghatározása.* Gyógyszerészeti Közlöny 1901. 503., 517.
- Ueber die Bestimmung der Schwefelsäure in natürlichen Wassern.* Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 465.
- A kénsav meghatározása a természetes vizekben.* Gyógyszerészeti Közlöny 1901. 99.
- Bestimmung des Chlors in natürlichen Wassern.* Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 596.
- A természetes vizek klórtartalmának meghatározása.* Gyógyszerészeti Közlöny 1901. 654. és 1902. 654.
- Bestimmung kleiner Mengen Schwefelwasserstoffes in natürlichen Wassern.* Zeitschrift für analytische Chemie 1901. 772.
- Kis mennyiségű hidrogén-szulfid meghatározása a természetes vizekben.* Gyógyszerészeti Közlöny 1901. 853.
- Ueber das Verhalten der Salpeter- und sal-*

- peterigen Säure zur Bruzin-Schwefelsäure.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1902. 170.
- Bestimmung des Eisens in natürlichen Wassern.* Zeitschrift für analytische Chemie 1902. 550.
- A vas meghatározása természetes vizekben.* Magyar Chemiai Folyóirat 1902. 192. és Gyógyszerészeti Értesítő 1902. 663.
- Bestimmung des Albuminoid- und Proteid-Ammoniaks.* Zeitschrift für analytische Chemie 1902. 290.
- Az albuminoid és proteidammónia meghatározásáról.* Matematikai és Természettudományi Értesítő 1902. 101.
- Ueber die Bestimmung des Reduktionsvermögens natürlicher Wasser.* Zeitschrift für analytische Chemie 1902. 419.
- A természetes vizek redukálóképességének meghatározásáról.* Magyar Chemiai Folyóirat 1902. 2.
- Die Meniscuskorrektionswerte des Quecksilbers und Wassers.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1903. 718.
- Ueber die Verwendbarkeit der Härtebestimmungsmethode mit Kaliumoleatlösung.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1903. 200.
- Ueber die Bestimmung der Kohlensäure in natürlichen Wassern.* Zeitschrift für analytische Chemie 1903. 735.
- A természetes vizek szénsavtartalmának meghatározásáról.* Magyar Chemiai Folyóirat

1903. 131. és Gyógyszerészeti Közlöny 1903. 99.
- Die Darstellung reinen Aethylalkohols. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1905. 3612.
- Tiszta aethylalkohol előállítása. Gyógyszerészeti Közlöny 1905. 650., 667.
- Gesetzmässigkeit bei der Absorption der Gase in Flüssigkeiten. II. Abh. Zeitschrift für physische Chemie 1906. 344.
- A gázok absorptioefficientenseinek a hőmérséklettel való változásának törvényszerűségéről. Matematikai és Természettudományi Értesítő 1906. 78.
- A gázok oldhatósága vízben. IV. rész. Matematikai és Természettudományi Értesítő 1907. 86.
- A III. Magyar gyógyszerkönyv térfogat analitikai eljárásainak ismertetése. Gyógyszerészeti Közlöny 1909. 741.; Gyógyszerészeti Hetilap 1909. 777.; Gyógyszerészeti Értesítő 1909. 922.
- Az új gyógyszerkönyv térfogat eljárásának ismertetése. Gyógyszerészeti Közlöny 1910. 69.
- Schätzung des gelösten Sauerstoffes. Zeitschrift für angewandte Chemie 1911. 341., 831.
- Az oldott oxigén-gáz becslése. Kísérletügyei Közlemények 1911. 133.
- A szénvegyületek áttekintése különös tekintettel a III. magyar gyógyszerkönyv készítményeire. Gyógyszerészeti Értesítő 1912. 42.,

- 66., 83., 119., 135., 153. Gyógyszerészeti Hetilap 1911. 779., 793., 819., 844.
- A szappanszám meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1911. 231.
- Sauerstoff-Flasche. Zeitschrift für angewandte Chemie 1912. 1563.
- Ólom, réz, cink kimutatása és meghatározása vezetett vízben. Gyógyszerészeti Közlöny, 1912. 825., 847. és 1913. 8., 17.
- Über die Bestimmung der Kohlensäure. Zeitschrift für analytische Chemie 1913. 421.
- A szénsav meghatározásáról. Gyógyszerészeti Közlöny 1913. 88.
- Bestimmung des Lithiums in Mineralwassern. Zeitschrift für analytische Chemie 1913. 628.
- Lithium meghatározása ásványvizekben. Gyógyszerészeti Közlöny 1913. 535.
- Bestimmung kleiner Mengen Schwefelwasserstoffes in natürlichen Wassern. Zeitschrift für analytische Chemie 1913. 641.
- Kismennyiségű kénhidrogén meghatározása termézetes vizekben. Gyógyszerészeti Közlöny 1913. 825.
- Über den Nachweis des Kaliums mit Weinsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1913. 208.
- Über den Nachweis und Colorimetrische Bestimmung des Bleis, Kupfers und Zinks im Leitungswasser. Zeitschrift für angewandte Chemie 1913. 38.
- Über den Nachweis des Arsens mit Bettendorf-



- schem Reagens. Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. 143.
- Sauerstoffschätzung mit Adurol. Zeitschrift für angewandte Chemie 1913. 134.
- Beitrag zur titrimetrischen Bestimmung des Ammoniaks. Zeitschrift für angewandte Chemie 1913. 231.
- Adatok az ammónia titrimetriás meghatározásához. Gyógyszerészeti Közlöny, 1913. 195.
- Über die Bestimmung des Chlor-ions in natürlichen Wassern. Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 359.
- Härtebestimmung in Trink- und Nutzwasser. Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 409.
- A természetes vizek keménységének meghatározása. Gyógyszerészeti Közlemények 1914. 281., 297., 314.
- Beitrag zur Bestimmung des Reduktionsvermögens natürlicher Wasser. Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 561.
- Adatok a természetes vizek redukáló képességének meghatározásához. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 104.
- Über die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 665.
- A vízben oldott oxigén meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 624.
- Über die Bestimmung der freien Kohlensäure in Trink und Nutzwassern. Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 746.

- A szabad szénsav meghatározása természetes vízben. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 642., 657.
- Bestimmung des Proteidammoniaks. Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. 440.
- A proteidammónia meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 104.
- Über die Bestimmung des Ammoniaks mit der Borsäuremethode. Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. 630.
- Az ammónia meghatározása bórsavas módszerrel. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 609.
- Über den Nachweis und die Bestimmung des Kupfers in Leitungswasser. Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. 544.
- Réznymok felismerése és meghatározása vezetett vízben. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 609.
- Über die Bestimmung der Kieselsäure in natürlichen Wassern. Zeitschrift für angewandte Chemie 1914. 511.
- A természetes vizek kovasavtartalmának meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1914. 426.
- Nachweis und jodometrische Bestimmung der salpeterigen Säure in den damit verunreinigten Wassern. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1915. 10.
- A salétromsav kimutatása és jodometriás meghatározása szennyezett vízben. Gyógyszerészeti Közlöny, 1915. 86., 104., 132.
- Über die Bestimmung des gelösten Sauerstoffs



- in verunreinigten Wassern. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1915. 121
- A szennyezett vízben oldott oxigén meghatározása. Gyógyszerészeti Közlöny 1915. 67., 83.
- Beiträge zur Wasseranalyse. I. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 22.
- Über die erweiterte Anwendung der Borsäuremethode. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 48.
- A bórsav módszer tágabköri alkalmazása. Gyógyszerészeti Közlöny 1915. 149.
- Vorrichtung zur Bestimmung der in Wasser gelösten Luftgase. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 366.
- A vízben oldott levegő meghatározására való eljárás. Gyógyszerészeti Közlöny 1915. 455., 469.
- Über die Darstellung der Normalsalzsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 264.
- Bestimmung des Broms und Jods in Gegenwart von Chloriden. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 477., 494.
- A bróm és a jód meghatározása a kloridok mellett. Gyógyszerészeti Közlöny 1915. 752., 770., 783., 803. és 1916. 6.
- Über den Nachweis angreifender Kohlensäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1915. 376.

- Az agresszív szénsav kimutatása. Gyógyszerészeti Közlöny 1915. 501.
- Beiträge zur Wasseranalyse. II. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 44.
- Adalékok a vízanalízishez. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 20., 39., 402.
- Über die Darstellung wasserfreier Alkohole. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 18.
- Víztil mentes alkoholok készítése. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 126.
- Der Bromid-ionegehalt des Meerwassers. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 68.
- A tengervíz bromid-ion tartalma. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 72.
- Beiträge zur Wasseranalyse. III. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 218.
- Adalékok a vízanalízishez. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 402.
- Der Jodid- und Jodat-ionegehalt des Meerwassers. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 205.
- A tengervíz jodid- és jodat-ion tartalma. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 357., 370.
- Über den Jodgehalt des Stassfurter Sylvins und Karnallits. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 342.
- A stassfurti Sylvin és Karnallit jód-tartalma. Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 97., 561.
- Bestimmung der freien Kohlensäure im Wasser an der Entnahmestelle. Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 335.

*A szabadszénsav meghatározása a vízben a helyszínen.* Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 561.

*Verwendbarkeit der Kupfervitriolprobe zum Nachweise angreifender Kohlsäure.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 366.

*A rézgálic próba alkalmazhatósága az agresszív szénsav kimutatására.* Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 642.

*Bestimmung von Schwefelwasserstoff im Wasser.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 383.

*A kénhidrogén meghatározása vízben.* Gyógyszerészeti Közlöny 1916. 722.

*Über das Vorkommen des Jods in den deutschen Kalilagern.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1916. 451.

*Über die Bestimmung der Jodbromzahl.* Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1916. 358.

*A jód előfordulása a német kálisó telepeken.* Gyógyszerészeti Közlöny 1917. 19.

*Über den Bromgehalt der deutschen Kalisalze, Urslaugen und Endslaugen.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 95.

*A német kálisók, óslágok és végsőlágok brómtartalma.* Gyógyszerészeti Közlöny 1917. 110.

*Beiträge zur Wasseranalyse. IV.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 113.

*Adalékok a vízanalízishez. IV.* Gyógyszerészeti Közlöny 1917. 441., 457.

*Die Verbesserungswerte bei der Bestimmung der freien Kohlsäure im Wasser.* Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1917. 443.

*Beiträge zur Gewichtsanalyse. I. Bestimmung der Schwefelsäure.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 251., 259.

*Adalékok a súlyanalízishez I. A kénsav meghatározása.* Gyógyszerészeti Közlöny 1917. 534., 552., 572., 603., 681.

*Schwefelbestimmung im Pyrit.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 281.

*Beiträge zur Gewichtsanalyse. II. Bestimmung des Bariums.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 301.

*Gehaltbestimmung des „Ferrum hydrogenio reductum“.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1917. 64.

*Vorrichtung zur Gasentwicklung.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 64.

*Kénmeghatározás a pirítben.* Gyógyszerészeti Közlöny 1918. 84., 118.

*Adalékok a súlyanalízishez. II. A barium meghatározása.* Gyógyszerészeti Közlöny 1918. 3., 22., 54.

*Beiträge zur Gewichtsanalyse. III. Bestimmung der Chromsäure und Pyrochromsäure.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 46.

*Beiträge zur Gewichtsanalyse. IV. Bestimmung des Strontiums.* Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 80.

*Beiträge zur Gewichtsanalyse. V. Bestimmung*

der Chlorwasserstoffsäure Bestimmung der Brom- und Jodwasserstoffsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 101.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. VI. Bestimmung des Calciums. Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 187., 203.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. VII. Bestimmung des Magnesiums. Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 211.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. VIII. Trennung des Calciums vom Magnesium. Zeitschrift für angewandte Chemie 1918. 214.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. IX. Bestimmung des Calciums neben Phosphorsäure, Arsensäure und Borsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1919. 24.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. X. Bestimmung der Phosphorsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1919. 99.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XI. Bestimmung der Arsensäure Bestimmung der Arsenigen Säure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1919. 122.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XII. Bestimmung der Schwefelsäure II. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1920. 59.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XIII. Bestimmung der Schwefelsäure. III. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1920. 159., 162.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XIV. Bestimmung der Schwefelsäure neben Calcium,

Chrom und Phosphorsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1920. 287.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XV. Bestimmung des Bariums als Bariumsulfat. II. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1920. 299.

Beiträge zur Wasseranalyse. V. Bestimmung der Schwefelsäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1920. 311.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XVI. Bestimmung der Salpetersäure. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 46.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XVII. Bestimmung des Zinks. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 115.

Beiträge zur Wasseranalyse. VI. Bestimmung der Harte nach Wartha. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 115.

Beiträge zur Wasseranalyse. VII. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 143.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XVIII. Bestimmung des Cadmiums. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 383.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XIX. Bestimmung des Cadmiums. II. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie 1921. 466.

Über den Nachweis der Arsens. Pharmazeutische Zentralhalle 1921. 125.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XX. Bestimmung des Mangans. Zeitschrift für angewandte Chemie 1922. 234.

Beiträge zur Gewichtsanalyse. XXI. Bestim-

- mung des Bleis. Zeitschrift für angewandte Chemie* 1922. 662.  
*Beiträge zur Gewichtsanalyse. XXII. Bestimmung des Bleis. II. Abh. Zeitschrift für angewandte Chemie* 1922. 715.  
*Jodbromzahlbestimmung ohne Kaliumjodid. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel* 1922. 201.  
*Gehaltbestimmung der Alkalijodide. Pharmazeutische Zentralhalle* 1922. 386.  
*Bestimmung des Kupfers als Cuprojodid. Zeitschrift für analytische Chemie* 1923. 324.  
*Bestimmung der Härte des Wassers in der Apotheke. Pharmazeutische Zentralhalle* 1923. 215.  
*Nachweis und Bestimmung des Jods in Vollsatz. Pharmazeutische Zentralhalle* 1923. 311.  
*Bestimmung des gelösten Sauerstoffs mit kleinen Wassermengen. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel* 1924. 257.  
*Bestimmung des Quecksilbers als Mercurchlorid und als Metall. Zeitschrift für analytische Chemie* 1924. 262.  
*Gehaltbestimmung der Alkalibromide. Pharmazeutische Zentralhalle* 1924. 37.  
*Ersatz des Chlor- und Schwefelwasserstoffwassers bei Arzneimittelpfahrungen. Pharmazeutische Zentralhalle* 1924. 313.  
*Die Jodbromzahl der Fette. Pharmazeutische Zentralhalle* 1924. 385.

- Prüfen des Weingeistes auf Methylalkohol. Pharmazeutische Zentralhalle* 1924. 489.  
*Theobromin, Theophyllin und Coffein. Pharmazeutische Zentralhalle* 1924. 557.  
*Nessler's Reagens ohne Kaliumjodid. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel* 1925. 163.  
*Schnellverfahren zur Bestimmung der Jodbromzahl der Fette. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel* 1925. 277.  
*Nachweis des Natriums als Oxalat. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 669.  
*A natrium kimutatsa natriumoxalat alakjában. Gyógyszerészeti Haladás* 1924. 17.  
*Die Jodbromzahl der Fette. II. Abh. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 17.  
*Über die Titerbeständigkeit der Arsenitlösungen. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 213.  
*Bestimmung der Jodbromzahl dem Gewichte nach. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 241.  
*Liquor kalii arsenicosi acidulus. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 257.  
*Bereitung der Brom-Essigsäure zur Jodbromzahlbestimmung. Pharmazeutische Zentralhalle* 1925. 581.  
*Über die Bestimmung der Jodbromzahlen mit Kaliumbromat und Arsenitlösung. Archiv für Pharmazie* 1927. 554.  
*Bestimmung des Schmelzpunktes und des Siedepunktes. Archiv für Pharmazie* 1928. 56.



*A tejsav színes reakciói.* A Gyógyszerészet Haladása 1925. 50.

*Die Jodbromzahlen der ätherischen Öle.* Pharmazeutische Zentralhalle 1928. 433.

*Die Genauigkeit der Jodbromzahl Bestimmungen.* Archiv für Pharmazie 1928. 189.

*Pastilli hydrargyri cyanati.* Pharmazeutische Zentralhalle 1929. 81.

*Halbbare Thiosulfatlösung.* Pharmazeutische Zentralhalle 1929. 369.

*Gehaltbestimmung der grauen Quecksilbersalbe.* Pharmazeutische Zentralhalle 1931. 609.

*Zur Untersuchung der Tinkturen.* Pharmazeutische Zentralhalle 1931. 641.

*Beiträge zur Untersuchung der ätherischen Öle.* Pharmazeutische Zentralhalle 1931. 706.

*Bestimmung kleiner Jodmengen neben Bromiden und Chloriden.* Zeitschrift für analytische Chemie 1932. 116.

*Aschenbestimmungen mit Drogen. I—III.* Pharmazeutische Zentralhalle 1932. 593., 612., 705.

*Beiträge zur Untersuchung der ätherischen Öle. I—III.* Pharmazeutische Zentralhalle 1932. 52., 98., 181.

*Gehaltbestimmung des Kalium- und Natriumjodids.* Pharmazeutische Zentralhalle 1932. 324.

*Halbmikro-Schnellverfahren zur Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes der Luft.* Zeitschrift für analytische Chemie 1933. 23.

*Die Genauigkeit des Halbmikroverfahrens zur*

*Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes der Luft.* Zeitschrift für analytische Chemie 1933. 245.

*Jodbromzahl Bestimmungen mit dem Schnellverfahren.* Zeitschrift für analytische Chemie 1933. 173.

*Gehaltbestimmung der Alkalibromiden.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 3.

*Halbbarkeit der ätherischen Öle.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 68.

*Nachweis und Bestimmung des Eisens in Trinkwasser.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 148.

*Nachweis und Bestimmung des freien Chlors im gechlorten Trinkwasser.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 148.

*Die Aschenzahl der Holzkohle.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 291.

*Annäherungsverfahren zur Schwefelsäurebestimmung in Trinkwasser.* Pharmazeutische Zentralhalle 1933. 319.

*Halbmikro-Schnellverfahren zur gewichtsanalytischen Bestimmung des Magnesium als  $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$  oder als  $Mg(NH_4)AsO_4 \cdot 6H_2O$ .* Zeitschrift für analytische Chemie 1934. 241.

*Halbmikroverfahren zur Bestimmung des in die Luft gelangten Kohlenoxydes.* Zeitschrift für analytische Chemie 1934. 18.

*Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes der atmosphärischen Luft.* Zeitschrift für analytische Chemie 1934. 29.



*Bestimmung sehr kleiner Kohlenoxydmengen in der Luft.* Zeitschrift für analytische Chemie 1935. 321.

*Bestimmung sehr kleiner Kohlenoxydmengen in der Luft.* II. Abh. Zeitschrift für analytische Chemie 1935. 99.

*Bestimmungen des Reduktionsvermögens der verunreinigten Luft.* Zeitschrift für analytische Chemie 1935. 183.

*A proteid-ammonia meghatározása szennyvizekben.* (Társszerző: Maucha Rezső.) Kísérletügyi Közlemények 1935. 265.

*Prüfung der medizinischen Kohle.* Eesti Rohu-teadlane 1935. 300.

*Bestimmung des Proteidammoniaks in Abwassern.* (Társszerző: Maucha Rezső.) Archiv für Hydrobiologie 1936. 122.

#### *A Winkler Lajossal foglalkozó szakirodalom*

SZEBELLÉDY LÁSZLÓ: Winkler Lajos tudományos működésének negyven éves jubileuma. Gyógyszerészi Közlöny 1929. 23–24.

SZÉKI TIBOR: Gyászbeszéd Winkler Lajos ravatalánál. Akadémiai Értesítő. 1939. 193–195.

SZÉKI TIBOR: Winkler Lajos. Gyógyszerészi Közlöny 1939. 273–274.

SZAHLENDER LAJOS: Apróságok Winkler

Lajosról. In: A Kis Akadémia Könyvtára. Bp., 1940. 27–36.

SZÉKI TIBOR: Winkler Lajos emlékbeszéd. In: A Kis Akadémia Könyvtára. Bp., 1940. 7–14.

HALMAI JÁNOS: Winkler professzor emlékére. Gyógyszerész 1949. 205–206.

PINTÉR MARGIT: Winkler Lajos élete és munkássága. In: ELTE Természettudományi Kar 1952–53. évi évkönyve. 57–60.

ROM PÁL: Winkler Lajos emléke. Gyógyszerész 1954. 101–103.

LOCZKA ALAJOS: Winkler Lajos. Magyar Kémikusok Lapja 1958. 80–83.

SCHULEK ELEMÉR: Megemlékezés Winkler Lajosról. Magyar Tudomány 1960. 743–748.

SZABADVÁRY FERENC: Az analitikai kémia módszereinek kialakulása. Bp., 1960. 192-től.

SCHULEK ELEMÉR: Megemlékezés Winkler Lajosról halálának 20. évfordulóján. Gyógyszerészet 1961. 41–45.

HALMAI JÁNOS: Winkler Lajos. Orvosi Hetilap 1963. 1235–36.

SCHULEK ELEMÉR: Emlékezés Winkler Lajosra. Kémia Tanítása 1963. 97–98.

ERDEY LÁSZLÓ: Winkler Lajos súlyanalitikai munkássága. In: Winkler Lajos Emlékönyv. Bp., 1965. 19–30.

SCHULEK ELEMÉR: Megemlékezés Winkler

- Lajos professzorról születésének 100. évfordulóján. In: Winkler Lajos Emlékkönyv. Bp., 1965. 7–17.
- SZABÓ ZOLTÁN: Winkler Lajos kutatómunkássága a fizikai kémia területén. In: Winkler Lajos Emlékkönyv. Bp., 1965. 31–44.
- SZARVAS PÁL: Winkler Lajos munkássága, a térfogatos analízis területén. In: Winkler Lajos Emlékkönyv. Bp., 1965. 45–68.
- VÉGH ANTAL: Winkler Lajos, a gyógyszerész kémikus. In: Winkler Lajos Emlékkönyv. Bp., 1965. 69–88.
- SZABADVÁRY FERENC – SZÓKEFALVI NAGY ZOLTÁN: A kémia története Magyarországon. Bp., 1972. 231–236.

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó  
igazgatója

Felelős szerkesztő: Róbert Zsófia

Műszaki szerkesztő: Kiss Zsuzsa

AK 244 k 7577

Terjedelem: 5,62 (A/5) ív

+ 1 db melléklet

Akadémiai Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Bernát György